



# Examensarbeten

2014:22

Fakulteten för skogsvetenskap  
Institutionen för skogens ekologi och skötsel

## Zonerat skogsbruk – en möjlighet för Sverige

*Diversified forestry – an opportunity for Sweden*

**Emil Mattsson**





# Examensarbeten

Fakulteten för skogsvetenskap

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

2014:22

## Zonerat skogsbruk – en möjlighet för Sverige

*Diversified forestry – an opportunity for Sweden*

**Emil Mattsson**

### **Nyckelord / Keywords:**

Biologisk mångfald, lönsamhet, planering, trakthyggesbruk, triadskogsbruk, zonerat skogsbruk /  
*Biodiversity, clear-felling system, diversified forestry, forest planning, triad forestry, viability*

---

ISSN 1654-1898

Umeå 2014

Sveriges Lantbruksuniversitet / *Swedish University of Agricultural Sciences*

Fakulteten för skogsvetenskap / *Faculty of Forest Sciences*

Jägmästarprogrammet / *Master of Science in Forestry*

Examensarbete i skogshushållning / *Master degree thesis in Forest Management*

EX0770, 30 hp, avancerad nivå A2E/ *advanced level A2E*

Handledare / *Supervisor*: Annika Nordin

SLU, Inst för skoglig genetik och växtfysiologi / *SLU, Dept of Forest Genetics and Plant Physiology*

Examinator / *Examiner*: Anders Karlsson

SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

I denna rapport redovisas ett examensarbete utfört vid Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Skogsvetenskapliga fakulteten, SLU. Arbetet är utfört inom ramen för Future Forests, SLU. Arbetet har handledts och granskats av handledaren, och godkänts av examinator. För rapportens slutliga innehåll är dock författaren ensam ansvarig.

*This report presents an MSc/BSc thesis at the Department of Forest Ecology and Management, Faculty of Forest Sciences, SLU. The work has been supervised and reviewed by the supervisor, and been approved by the examiner. However, the author is the sole responsible for the content.*

Sammanfattning .....	3
Summary .....	4
1. Inledning .....	5
1.1 Trakthyggesbrukets historia i Sverige och dess dominerande ställning .....	5
1.2 Skogsbrukets påverkan på natur och miljö .....	6
1.3 Reglering av skogsbruket .....	7
1.4 Nationella och internationella mål och åtaganden .....	7
1.4.1 Miljömål .....	7
1.4.2 Produktionsmål .....	8
1.5 Triadskogsbruk .....	9
1.6 Skogliga variabler .....	10
1.7 Syfte .....	10
1.8 Mål .....	10
2. Material och metod .....	11
2.1 Områdesbeskrivning .....	11
2.2 Ingångsdata .....	11
2.3 Arbetsmetodiken i sammanfattning .....	12
2.4 Identifiering av gödslingsbar skogsmark med ArcGIS .....	12
2.5 Val av bestånd som ska intensivodlas & brukas i naturvårdssyfte .....	12
2.6 Simulering i PlanWise .....	13
2.6.1 Målklasser .....	13
2.6.2 Skogsskötselkategorier .....	14
2.7 Tillvägagångssätt för simuleringar .....	14
2.8 Kartor över fördelningen av målklasser för referensplanen och de zonerade planerna .....	17
3. Resultat .....	19
3.1 Nuvärden och virkesproduktion för referensplanen och zonerat skogsbruk med förlängd omloppstid hos PG-bestånden .....	19
3.2 Resultat från zonerat skogsbruk med olika omfattning av hänsyn i PG-bestånden .....	24
4. Diskussion .....	25
4.1 Nuvärden och virkesproduktion för zonerat skogsbruk med varierande tidpunkter för slutavverkning hos PG-bestånden .....	25
4.2 Nuvärden och virkesproduktion hos zonerat skogsbruk med olika omfattning av hänsyn i PG-bestånden .....	26
4.3 Natur- och rekreationsvärden hos zonerat skogsbruk .....	27

4.4 Utmaningar med zonerat skogsbruk.....	28
4.5 Felkällor och noggrannhet hos resultaten.....	29
4.6 Förslag till framtida skogsskötsel.....	29
5. Slutsatser.....	32
Tillkännagivande.....	33
Referenslista.....	34
Bilaga 1 (Appendix 1).....	40
Bilaga 2 (Appendix 2).....	44

## Sammanfattning

Trakthyggesbruk är det skogsbruk som i över ett halvt sekel dominerat i Sverige. På senare år har dock detta skogsbruk ifrågasatts gällande främst den naturhänsyn som det lämnar samt att trakthyggesbruket bedrivs på i princip all skogsmark som brukas. Detta leder till liten variation bland de uppväxande skogarna, och flera myndighetsutredningar och rapporter hävdar att Sveriges nationella mål för bevarande av natur och miljö inte kommer att nås om inga omfattande förändringar görs i sättet att bruka skogarna på.

I denna rapport undersökte jag om zonerat skogsbruk, s.k. triadskogsbruk, är ett bra alternativ till dagens traditionella skogsbruk i Sverige i syfte att uppnå hög virkesproduktion och biologisk mångfald på landskapsnivå. Med beslutstödsystemet Heureka PlanWise simulerade jag en skogsbruksplan liknande skogsbruk enligt dagens praxis i Sverige, samt sex olika skogsbruksplaner med zonerat skogsbruk vilka hade olika naturvårdsinriktningar i form av senare slutavverkning och varierande storlek lämnad generell hänsyn. Simuleringarna utfördes på en 2 500 ha stor fastighet i Västerbottens inland och planhorisonten sträckte sig 100 år framåt i tiden. För de zonerade planerna tilldelades olika områden av fastigheten tre skilda skogsskötselriktningar enligt triadkonceptet; intensivodling, ekosystemskötsel samt naturvårdsavsättningar. Resultat över nuvärden, avverkningsnivåer och olika naturvärden jämfördes mellan de olika planerna.

Resultaten visade att zonerat skogsbruk där 19 % av den studerade fastigheten intensivodlas, 64 % brukas med ekosystemskötsel och 17 % avsätts för naturvårdsändamål kan generera lika höga nuvärden som dagens konventionella skogsbruk. Totala avverkade virkesvolymer ökade liksom det stående virkesförrådet per hektar om förlängda omloppstider tillämpas i kombination med zonering av skogsskötseln. Även andelen lövskogar, mängden död ved och gammal skog ökar på lång sikt, vilket leder till bättre förutsättningar för biologisk mångfald. För att uppnå detta resultat i praktiken behövs ett förändrat fokus på skoglig planering från beståndsnivå till landskapsnivå. Denna rapport visade att det genom zonerad skogsskötsel går att styra skogsbruket i Sverige mot ett ekonomiskt och ekologiskt brukande som ur flera aspekter kan vara bättre än dagens konventionella skogsbruk.

Slutsatsen är att zonerat skogsbruk kan vara ett bättre sätt att bruka skogen på i ett landskapsperspektiv. Det medför vissa risker som t.ex. ökade stormskador, men det går att öka alla nyttor som fås från skogen och de nationella mål för natur och miljö som finns kan därmed vara ytterligare ett steg på vägen att nå om vi idag ställer om till ett zonerat brukande av skogen.

*Nyckelord: Biologisk mångfald, lönsamhet, planering, trakthyggesbruk, triadskogsbruk, zonerat skogsbruk*

## Summary

The clear-felling system is the silvicultural system that has dominated Swedish forestry practice for over half a century. In recent decades this practice has, however, been questioned due to low fulfillment of various nature consideration goals. Also, the fact that the clear-cutting system is used on almost all managed forest land is questioned since it leads to little variation across the forest landscape. Several government investigations and reports claim that the national goals for preserving forest nature and environments cannot be reached if no comprehensive changes in the way of managing forests are made.

In this report, I investigated whether diversified forestry (i.e. triad forestry) is a good alternative to the traditional forestry practiced in Sweden today, in order to provide high harvest yields and biodiversity on a landscape level. With the decision support system Heureka PlanWise, I simulated a forest management plan similar to the forestry practiced in Sweden today as well as six different management plans with diversified forestry that had varied levels of nature conservation and extended rotation periods. Simulations were performed on a 2 500 ha estate in Västerbotten and the plan horizon was stretched over a 100-year period. For the diversified plans, three different zones in the landscape were chosen to represent the triad concept: intensive management, ecosystem management, and nature conservation areas (no management or selective cutting). Results for net present values, harvest yields, and conditions for biodiversity were compared between the plans.

Results showed that diversified forestry where 19 % of the studied estate is intensively managed, 64 % is managed by ecosystem management and 17 % is set aside for nature conservation, it is possible to generate as high net present values as for conventional forestry. Total harvest timber yields increase when extended rotation periods are applied. Compared with conventional forestry, higher timber volumes per hectare and larger trees are harvested if extended rotation periods are applied. Areas of broad-leaved trees, amount of dead wood, and old-growth forests increase with increasing areas set aside for nature conservation, all leading to better conditions for biodiversity. In order to reach these results in practice I suggest a changed focus on forest planning from single forest stands to a wider landscape approach. This report shows that it is possible to make the forestry in Sweden better in ecological and economical terms compared to conventional forestry.

Conclusions are that diversified forestry may be a better approach to manage the forests in a landscape perspective. It is possible to increase all benefits that come from the forest today, and the national goals for preserving nature and environments will be yet a step closer if we now switch to a diversified management of the forests.

*Key words: Biodiversity, clear-felling system, diversified forestry, forest planning, triad forestry, viability.*



# 1. Inledning

## *1.1 Trakthyggesbrukets historia i Sverige och dess dominerande ställning*

1900-talet innebar stora förändringar för det svenska skogsbruket. Fram till början av detta sekel hade skogarna i landet och framför allt i Norrland avverkats nästan uteslutande med dimensionshuggningar, en form av blädningsbruk som innebar att enbart de största träden i skogarna avverkades (Östlund & Zackrisson 2000). Skogarna vid den tiden innehöll ofta träd i alla storlekar och åldrar, så dimensionshuggningarna resulterade därför i skogar som var glesa, olikåldriga, klenstammiga och hade dålig tillväxt. (Lisberg Jensen 2011; Kuuluvainen m.fl. 2012). Under senare halvan av 1800-talet trodde man att skogsinnehavet i landet var i det närmaste outtömligt och ägnade därför inte heller någon tanke åt att säkerställa föryngringen i de genomhuggna skogarna (Lisberg Jensen 2011). Då tillgången på råvara och arbetskraft var stor tömdes de norrländska älvdalarna effektivt på månghundraårigt tall- och grantimmer (Östlund 1995) vilket flottades ner till sågverken vid kusten där det sågades och exporterades till övriga världen (Normark 2011; Lundmark m.fl. 2013). Timmervågen som drog fram genom landet lade grunden till ett begrepp som bland skogskunniga då kallades för ”Den gröna lögnen”, vilken syftade till de i det närmaste värdelösa tras- och restskogarna som återstod efter genomhuggningarna (Östlund & Zackrisson 2000; Hagegård 2006; Lundmark m.fl. 2013).

Under 1870-talet var Sverige det land i världen som exporterade mest sågat timmer till den pågående industrialiseringen i västra Europa där det användes till byggnationer av bl.a. bostadshus, skepp och fabriker (Östlund & Zackrisson 2000; Kuuluvainen m.fl. 2012). Dock ansåg många att denna typ av skogsbruk på lång sikt skulle sänka den svenska skogsproduktionen, vilket i slutet av 1800-talet låg till grund för förespråkandet av nya skogsbruksmetoder (Lundmark m.fl. 2013). Bland myndigheter på nationell och regional nivå rådde enighet i att den skogliga resursen överexploaterades samt att uteblivna åtgärder för säkrad återväxt inte främjade den framtida skogsnäringen. I och med detta inrättades år 1903 en ny skogsvårdslag som bl.a. syftade i att säkerställa föryngringsåtgärder efter avverkning. Samtidigt bildades de första skogsvårdsstyrelserna i landet som fick i uppgift att se till att lagen efterföljdes (Ekelund & Hamilton, 2001).

Trakthyggesbruk var ett skogsbrukssystem som nämndes i svensk litteratur första gången i mitten av 1800-talet men det var inte förrän vid tidpunkten för den nya skogsvårdslagen som systemet började diskuteras mer intensivt som ersättare till dimensionshuggningarna (Lundmark m.fl. 2013). Trakthyggesbruket skiljer sig från dimensionshuggning genom att alla träd oavsett storlek eller trädslag avverkas inom ett begränsat område (Albrektsson m.fl. 2012). Efter avverkning återföljts direkt en föryngring med ett enskilt trädslag och därefter upprepade utglesningar (röjningar och gallringar) av den uppväxande skogen. Förloppet fullbordades med en slutavverkning när skogen nått s.k. mogen ålder, varpå en ny föryngringsfas kunde påbörjas och därmed var nästa beståndsgeneration säkrad. Skogsbrukssystemet resulterade i täta, homogena och likåldriga skogar som ur många aspekter skiljde sig från de tidigare glesa och olikåldriga skogarna (Kuuluvainen m.fl. 2012). Den framväxande massaindustrin under denna tid bidrog ytterligare med en anledning till att avverka träd i klena dimensioner som för denna var en utmärkt råvara (Lundmark m.fl. 2013).

Skogsnäringen präglades dock av långsam genomslagskraft för nya skogsbruksmetoder under denna tid, och det dröjde fram till mitten av 1900-talet innan trakthyggesbruket fick sitt stora nationella genombrott i Sverige (Ekelund & Hamilton 2001). Huvudmotiveringen till omställningen från olikåldrigt till likåldrigt skogsbruk var att de viktiga skogsindustrierna i landet behövde en säker framtida råvaruförsörjning, främst i form av barmassaved, något som dimensionsavverkningen inte ansågs kunna bidra med (Kuuluvainen m.fl. 2012). I och med mekaniseringen av skogsbruksmaskinerna och den billiga tillgången på bränsle underlättades denna omställning ytterligare (Esseen m.fl. 1997). Trakthyggesbruket fick sitt slutliga genomslag med den nya skogsvårdslagen som trädde i kraft år 1979 (Ekelund & Hamilton 2001) och i vilken 12§ uttryckte följande;

*”Avverkning på skogsmark får inte ske på annat sätt än genom*

*1. Röjning eller gallring som främjar skogens utveckling.*

*2. Slutavverkning som är ändamålsenlig för anläggning av ny skog.”*

Därmed ansågs den kvarvarande andelen dimensionsavverkning som förekom i landet helt försvinna då sådan avverkning inte längre hade laga kraft att fortsatt existera (Ekelund & Hamilton 2001).

## **1.2 Skogsbrukets påverkan på natur och miljö**

Den kraftiga lågkonjunkturen som rådde under 1960-talet resulterade i svag ekonomi och låga netton i skogsnäringen, något som löstes med stora kalhyggen och schabloniserat skogsbruk (Ekelund & Hamilton 2001). Eftersom trakthyggesbruket effektivt avverkade skogarna med hög virkesproduktion som enda fokus, ändrade detta landskapsbilden och trädslagsammansättningen i de nya framväxande skogarna (Östlund m.fl. 1997).

Lövsly i ungskogar bekämpades med herbicider i syfte att gynna barrträden eftersom det var dessa som efterfrågades av industrin. Dahlberg (2011) hävdar att den biologiska mångfalden i landet minskade till följd av trakthyggesbruket eftersom det missgynnade alla skogslevande arter knutna till skogar med lång kontinuitet av levande träd och grov död ved i olika nedbrytningsstadier. Många av dessa arter var dessutom långlivade och hade svårt att sprida sig till nya områden, så denna fragmentering av landskapet försämrade ytterligare deras överlevnadsmöjligheter.

Det intensiva brukandet av skogen under denna tid reagerade dock många på. Den sittande regeringen märkte av detta och skrev i prop. (1978/79:110);

*”Under senare år har motsättningar mellan naturvårdens och skogsbrukets intressen blivit alltmer vanliga. Några skäl till detta är att naturvårdens och allmänhetens medvetenhet om miljön har växt sig starkare, att kraven på högre produktivitet i skogsbruket har ökat och att vissa av de i skogsbruket använda skötsel- och avverkningsmetoderna har förändrats.”*

Denna proposition låg till grund för skogsvårdslagen som kom år 1979 och som därmed krävde att viss generell naturhänsyn skulle tas vid avverkning. Dock gick detta långsamt att implementera i verkligheten och inga större framsteg gjordes. På det hela taget var 1979 års skogsvårdslag mycket produktionsinriktad och lite utrymme lämnades till naturvård (Ekelund & Hamilton 2001).

### ***1.3 Reglering av skogsbruket***

1980-talet präglades fortsatt av stora kalhyggen och produktionsinriktat skogsbruk, men eftersom missnöjet hos allmänheten och den framväxande miljörörelsen bredde ut sig tillsattes år 1990 en skogspolitisk kommitté som drev förarbetet till den nya skogsvårdslagen som kom år 1993 (Bäckström 2001). Denna lag syftade till att stärka bevarandet av natur- och kulturmiljön och samtidigt ta bort många av de produktionsinriktade krav som 1979 års lag ställde på skogsägarna (Appelstrand 2007). I regeringens proposition 1992/93:226 uttrycker man vikten av att likställa miljö- och produktionsmålen i skogsbruket, vilket slutligen resulterar i 1 § i 1993 års skogsvårdslag (Skogsstyrelsen 2012). Detta är den senaste skogsvårdslagen vilken gäller än idag men den har uppdaterats ett flertal gånger sedan den infördes (Skogsstyrelsen 2012).

Skogsbruket regleras också av miljöbalken, vilken styr huvuddelen av den svenska lagstiftningen på miljöområdet, samt kulturminneslagen som reglerar hur kulturlämningar i skogen ska hanteras (SOU 2013:43). Utöver lagstiftningen påverkas skogsbruket också av två certifieringsorganisationer; Forest Stewardship Council (FSC) och Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC), vilka ställer krav utöver skogsvårdslagen på att natur- och kulturhänsyn skall tas i skogsbruket (Castañeda 2000; Visseren–Hamakers & Glasbergen 2007). Idag är alla svenska skogsbolag och många privata markägare anslutna till någon eller båda av dessa certifieringar. Den största orsaken till varför olika markägare väljer att certifiera sig är att de får mer betalt när de säljer sitt virke, samt att de bidrar till att förbättra den biologiska mångfalden (Lejon Berg & Lidestav 2009). Tillsammans med skogsvårdslagen utgör dessa certifieringar grunden till hur mycket natur- och kulturmiljöhänsyn som praktiskt tas i dagens svenska skogsbruk.

### ***1.4 Nationella och internationella mål och åtaganden***

Sverige verkar idag för ett hållbart skogsbruk och är delaktig i ett flertal internationella samarbeten kring skogsfrågor. Sverige har undertecknat ett 25-tal olika konventioner och finns representerat i flera olika processer som påverkar skog och skogsbruk, däribland Klimatkonventionen (UNFCCC), FN:s skogsforum (UNFF) samt internationella tropiska timmerorganisationen (ITTO) (Landsbyggsdepartementet 2013).

#### ***1.4.1 Miljömål***

Under FN:s konferens om miljö och utveckling i Rio de Janeiro år 1992 antogs det globala handlingsprogrammet Agenda 21 samt de icke-bindande s.k. skogsprinciperna, vilka tillsammans behandlar hur globala skogliga problem ska hanteras (SOU 2006:81). Mötet gav ett internationellt erkännande av principen att all utveckling ska vara hållbar (Utrikesdepartementet 2013). Detta betydde att termen ”Uthålligt skogsbruk”, som tidigare bara rörde produktionsaspekter, då kom att inkludera även natur-, kultur- och sociala värden (Castañeda 2000).

Ytterligare ett FN-möte hölls år 2010 i Nagoya där politikerna kom överrens om att effektiva och snabba åtgärder måste tillsättas för att stoppa den globala förlusten av biologisk mångfald. Fram till år 2020 ska minst 17 % av land- och sötvattensområden vara skyddade från exploatering samt ska pågående förstörelse av naturmiljöer och andra ekosystem vara

stoppad (Miljödepartementet 2010). Målen som sattes i Nagoya har Sverige åtagit sig att följa men det anses att vi kommer ha svårt att nå dem om inget stort kliv tas i frågan om att skydda land- och vattenområdena (Naturskyddsföreningen 2011).

Sverige har vidare antagit ett flertal nationella miljömål varav "Levande skogar" är ett av dem (Naturvårdsverket 2013a). Målet ska vara uppnått till år 2020 och lyder bl.a. som följer;

*"Skogens och skogsmarkens värde för biologisk produktion ska skyddas samtidigt som den biologiska mångfalden bevaras samt kulturmiljövärden och sociala värden värnas."*

Trots att stora framsteg gjorts sedan år 1993 bedöms fortfarande 14 av 16 miljökvalitetsmål inte vara uppnådda inom de satta tidsramarna, bl.a. miljömålet "Levande skogar" kan inte nås med dagens planerande eller beslutande styrmedel (Naturvårdsverket 2013b). SOU 2013:43 bedömer att "Levande skogar" endast kan nås om formella skydd av skogarna tillsammans med frivilliga avsättningar från skogsbruket ökar. Naturskyddsföreningen (2011) anser att arealen skog som brukas med skonsamma metoder måste öka eftersom det finns många hotade arter knutna till skogar med lång kontinuitet. De hävdar även att den biologiska mångfalden hotas då det finns för liten areal produktiv skogsmark, d.v.s. mark som producerar mer än 1 m<sup>3</sup>sk (se Bilaga 2 för utförlig förklaring av begreppet m<sup>3</sup>sk) ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> som är skyddad samt för liten areal gammal skog som utgör habitat för många hotade arter och ekosystemfunktioner.

Det är sålunda entydiga åsikter i denna fråga från flera olika myndigheter och intresseorganisationer. En utredning tillsattes 2010 för att ta fram en strategi för långsiktig hållbar markanvändning och i vilken miljömålen behandlas (SOU 2013:43). Utredningen hävdar framför allt att skogens sociala, miljömässiga och ekonomiska värden måste belysas i ett längre perspektiv än vad de gör idag när politiska beslut fattas i frågorna.

#### *1.4.2 Produktionsmål*

Sverige har utöver miljömålen satt upp ett antal produktionsmål för skogsbruket. Dessa är bl.a. att vi i framtiden måste hålla hög inhemsk virkesproduktion eftersom denna råvara är en viktig nationell exportvara (Prop. 2008/09:50). Möjligheten att öka den skogliga tillväxten i Sverige har på förfrågan av regeringen blivit utredd, och i utredningen föreslås i huvudsak ökad kvävegödsling av skogen samt ett ökat användande av exotiska trädslag såsom t.ex. contortatall (*Pinus contorta* Loudon) och hybridlärk (*Larix x eurolepis* A. Henry) (Larsson m.fl.2009). En viktig orsak till att hålla hög skogsproduktion är att skogsindustrins exportvärde år 2007 var 127,5 miljarder kr, vilket är mer än 10 % av Sveriges totala exportvärde (Prop. 2008/09:50). Enligt Thor & Sandgren (2012) är det även viktigt att teknikutvecklingen ständigt förbättras då det påverkar lönsamheten i skogsbruket och därmed skogsägarnas vilja att avverka sin skog. Under senare år har dock produktivitetutvecklingen hos skördarna vid slutavverkning minskat kraftigt i det svenska skogsbruket (Brunberg & Thor 2010). Efter en konstant ökning i produktivitet sedan 1960-talet har kurvan planat ut och år 2009 låg produktiviteten på ca 25 m<sup>3</sup>sk (stamved inklusive bark och topp) per timme. Dock är orsaken till den avtagande produktiviteten i dagsläget oklar.

Enligt prop. 2008/09:163 är även hög framtida produktion av biobränslen från skogen ett nationellt mål eftersom det utgör ett viktigt substitut till fossila bränslen. Propositionen hävdar också att ungefär 90 % av den bioenergi som förbrukas i landet kommer från skogen där råvaran är avverkningsrester som GROT (grenar och toppar) samt restprodukter från såg-

och massaindustrin. Vidare hävdar man i prop. 2008/09:163 att år 2009 stod bioenergi för 19 % av den totala tillförseln av energi i landet och det är framför allt värmesektorn som använder den råvaran. Med avseende på produktionsmålet anser regeringen att en ökad tillväxt av skogen bör främjas genom produktionsforskning, aktiv skogspolitik och ökade skogsvårdsinsatser (prop. 2007/08:108).

### ***1.5 Triadskogsbruk***

Utmaningen Sverige står inför ligger alltså i att bruka skogen på ett sådant sätt att alla värden och nyttor som fås från den idag inte minskar, utan snarare ökar i framtiden. Både miljö- och produktionsmål måste uppnås, och frågan är om det nödvändigtvis innebär en kompromiss mellan de båda målen eller om skogsbruket skulle kunna utvecklas så att det ger mer miljövärden och mer produktionsvärden. Många anser dock att problemet med skogsbruket inte är trakthyggesbruket i sig, utan att i stort sett all brukad skogsmark någon gång har genomgått en kalhyggesfas. Dahlberg (2011) hävdar att inom ett par decennier beräknas den kvarvarande arealen skog som aldrig kalavverkats utanför de skyddade skogsområdena i Sverige att vara i princip helt borta. Variationen i skogsbruket är sålunda väldigt liten, vilket delvis ligger till grund för den kritik som riktats mot skogsbruket på senare tid.

En möjlig strategi för att lösa detta är att zonera skogsbruket enligt ett koncept som kallas för triad. Detta förespråkades ursprungligen av Seymoure & Hunter (1992) och innebär att man delar in skogslandskapet i tre olika zoner med olika specifika skötselmål. Dessa zoner syftar i att maximera i huvudsak två enskilda nyttor som i sina extremer är varandras motsatser; virkesproduktion och bevarande av biologisk mångfald. Att zonera skogsbruket i syfte att öka utfallet av nyttor som står i konflikt med varandra förespråkas även av Binkley (1997), som hävdar att man bör planera för dessa nyttor på landskapsnivå istället för i enskilda bestånd. Nedan stående namn på de tre olika zonerna inom triadkonceptet kommer i denna rapport att användas.

(1) *Naturvårdsavsättningar*. Här ligger fokus på att skapa hög biodiversitet och bevara skogsekosystemets naturliga funktioner och processer. Detta görs genom att antingen lämna skogen helt orörd eller sköta den i syfte att bevara eller skapa framtida naturvärden som t.ex. död ved eller lövskogar. Områden som redan har höga naturvärden eller potential att inom en överskådlig framtid få höga naturvärden bör sättas av i denna zon (Messier m.fl. 2009).

(2) *Intensivodlingar*. I denna zon ligger fokus på att hålla hög virkesproduktion och därmed kompensera för det framtida uteblivna virkesuttaget från zonen *Naturvårdsavsättningar*. Rimliga åtgärder som höjer skogsproduktionen i Sverige idag är bl.a. att gödsla skogen ett flertal gånger under omloppstiden samt använda sig av snabbväxande trädslag som t.ex. contortatall, hybridlärk eller hybridasp (*Populus x wettsteinii* Hämet-Ahti) (Larsson m.fl. 2009). Skogar som lämpar sig för denna typ av skötsel är sådana som saknar naturvärden i någon större omfattning och räknas som triviala för skogslandskapet i övrigt (Messier m.fl. 2009, Seymoure & Hunter 1992).

(3) *Ekosystemskötsel*. Här brukas skogen likt trakthyggesbruk, men målet är utöver virkesproduktion också att i stor grad bevara den biologiska mångfalden och ekosystemets funktion. Begreppet ekosystemskötsel i sig har ingen klar definition eftersom det tolkas och implementeras olika beroende på situation och område, men exempel på sådan skötsel är att vid avverkning lämna stora hänsynsområden runt vattendrag och myrar, skapa död ved i form

av högstubbar, avverka skogen senare än dagens praxis samt införa åtgärder som efterliknar naturliga störningsregimer såsom brand och storm (Grumbine 1994). De kvarvarande skogar som inte kvalificerar in i någon av ovan stående zoner tilldelas denna typ av skötsel. I Sverige skulle sålunda ekosystemskötsel kunna jämföras med trakthyggesbruk med förstärkt generell hänsyn, men möjligheten till variation av hänsyn i olika former är alltså stor.

Triadkonceptet har sedan 2005 på försök implementerats bl.a. i områden runt Quebec i Kanada i syfte att hantera ett flertal problem bl.a. kopplade till den pågående utarmningen av biologisk mångfald kontra industrins ökande behov av skogsråvara. Försöket är fortlöpande och utvärderas på kontinuerlig basis med både ekonomiska och ekologiska ansatser (Messier m.fl. 2009). I Sverige finns idag inga skogar som brukas enligt triadkonceptet och det råder okunskap om huruvida förutsättningar för biologisk mångfald, lönsamhet och virkesproduktion i ett zonerat landskap står sig mot det traditionella och konventionella trakthyggesbruket.

### ***1.6 Skogliga variabler***

För att kunna beräkna den skogliga tillväxten, virkesproduktionen, på en fastighet finns det ett behov att beskriva nuvarande skogstillstånd (Albrektsson m.fl. 2012). De variabler som ofta måste finnas till hands är enligt Wilhelmsson & Nyström (2012) ett bestånds grundyta (trädens sammanlagda tvärsnittsarea i brösthöjd, uttrycks i  $m^2/ha$ ), trädens ålder, medelhöjd, medeldiameter, markens bördighet (bonitet) etc. Dessa beståndsdata utgör grund för olika tillväxtmodeller som framskrider beståndets tillväxt och därmed gör det möjligt att uppskatta hur mycket virke som kommer att produceras på hela fastigheten under en given tid. Parametrar som påverkar lönsamheten när träden avverkas är bl.a. trädens diameter i brösthöjd och virkesförrådet (medelvolymen) per hektar, där ett högt virkesförråd och grova träd ofta eftersträvas eftersom det vid avverkning ger en högre nettovinst än ett lågt virkesförråd och klena träd (Ekvall & Bostedt 2009).

### ***1.7 Syfte***

Det övergripande syftet med detta examensarbete är att göra en principiell jämförelse mellan zonerat skogsbruk och konventionellt skogsbruk. Utfall av virkesproduktion, naturvård och rekreationsmöjligheter jämförs mellan de båda.

### ***1.8 Mål***

Målet är att undersöka hur följande aspekter av skogsbruk skiljer sig mellan konventionellt och zonerat skogsbruk:

- Nuvärdet per hektar (se Bilaga 2 för mer utförlig förklaring av begreppet nuvärde).
- Trädens medeldiameter vid slutavverkning.
- Virkesflödet över tid från fastigheten.
- Medelvolymen per hektar vid slutavverkning.

## 2. Material och metod

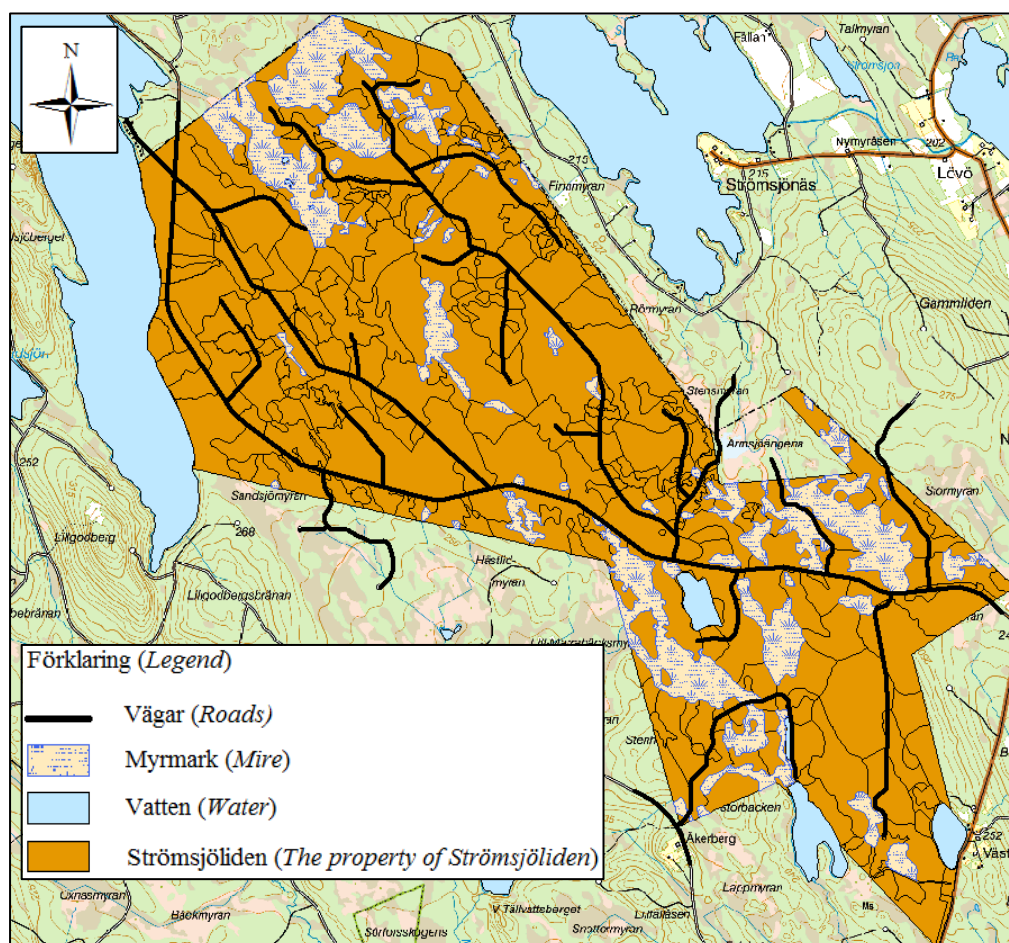
### 2.1 Områdesbeskrivning

Studien utfördes på Strömsjölidens tillväxtpark i Bjurholms kommun ca 65 km nordväst om Umeå och med altituden 220 – 300 m.ö.h. Parken ägs av Sveaskog förvaltning AB och ingår i SLU:s skogliga fältforskningsinfrastruktur.

### 2.2 Ingångsdata

Strömsjölidens inventerades åren 2008 – 2009 i en särskild inventering där provtytor lades ut i varje bestånd på produktiv skogsmark. Syftet med inventeringen var att få ett bra och heltäckande beståndsregister till fastigheten. Övergripande skoglig data för Strömsjölidens produktiva skogsmark 2256 ha är:

- Medelålder 44 år.
- Medelvolym 106 m<sup>3</sup>sk/ha.
- Medelbonitet ca 4 m<sup>3</sup>sk ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>.
- Trädslagsfördelning: 38 % tall, 38 % gran, 18 % björk, 6 % övrigt löv.



**Figur 1.** Karta över fastigheten Strömsjölidens med samtliga bestånd utritade. Bakgrundskartan erhöles från © Lantmäteriet i2012/901.

*Figure 1. Map of the property of Strömsjölidens with all stands plotted. The background map was given by the national land survey of Sweden.*

## **2.3 Arbetsmetodiken i sammanfattning**

Kortfattat följde arbetet följande steg:

1. Gödslingsbar skogsmark, d.v.s. bestånd möjliga att intensivodla, identifierades med ArcGIS;
2. Bestånd värda att avsätta för naturvårdssyften valdes subjektivt ut i fält;
3. Den spatiella fördelningen mellan bestånd för naturvård samt bestånd för intensivodling beslutades;
4. Med hjälp av Heureka (Heureka 2014a) skapades en referensplan, d.v.s. skogsbruk enligt dagens praxis, samt sex olika planer med zonerat skogsbruk. Simuleringar utfördes över en 100-års period för var och en av dessa planer;
5. Resultaten från referensplanen jämfördes med de zonerade planerna.

Strukturen i detta kapitel kommer i stort att följa ovan stående ordning för att underlätta förståelsen av metoden.

## **2.4 Identifiering av gödslingsbar skogsmark med ArcGIS**

För att identifiera bestånd inom Strömsjöliden som lämpade sig för gödsling och därmed intensivodling av skog användes ArcGIS med programvarorna ArcCatalog och ArcMap. I ArcCatalog skapades nödvändiga geodatabaser där skoglig data med tillhörande kartmaterial lagrades. I ArcMap laddades det befintliga beståndsregistret för fastigheten in tillsammans med en skogskarta över fastigheten. Sedan lades det till en jordartskarta och terrängkarta vilka erhöles från SGU vilka har upphovsrätt till dessa kartlager, samt en bakgrundskarta från lantmäteriet där samtliga vattendrag i området var utritade. Utifrån dessa data byggdes sedan en modell som identifierade områden som lämpade sig för intensivodling av skog. För mer detaljerad beskrivning av hur denna modell skapades samt modellens resultat se, Bilaga 1.

## **2.5 Val av bestånd som ska intensivodlas & brukas i naturvårdssyfte**

Baserat på modellen ovan valdes lämpliga bestånd ut för intensivodling. Dessa förlades i största möjliga utsträckning intill varandra för att skapa stora sammanhängande områden med intensivodling och därmed underlättar det för gödslingen. Den sammanlagda arealen av dem bestämdes till ungefär densamma som all areal avsatt skog för naturvård.

Eftersom Strömsjöliden är en hårt brukad fastighet med 64 % av arealen yngre än 40 år och 18 % äldre än 80 år, har den i dagsläget brist på naturvärden såsom t.ex. död ved och gammal skog. Av denna anledning användes ingen befintlig mall för bedömning av naturvärden, utan bestånd ämnade för naturvårdsavsättningar valdes ut subjektivt med bedömningen att de under planperioden skulle kunna få höga naturvärden. I huvudsak valdes bestånd äldre än 100 år eller bestånd som hade goda förutsättningar att producera lövskogar (unga och oröjda skogar med hög lövandel) ut som naturvårdsavdelningar, men eftersom det allmänt var brist på bestånd med gammal skog fick ett antal helt triviala bestånd i 50-60 års ålder också sättas av som naturvårdsbestånd. I referensplanen togs ingen hänsyn till dessa bestånds spatiala fördelning, men i de zonerade planerna valdes de ut på basis att de skulle ligga i anslutning till varandra och i närheten av vattendrag. Huvudanledningen var att det bör minska risken för körskador orsakade av skogsmaskiner i närheten av de befintliga vattendragen. De zonerade planerna hade dessutom målsättningen att den totala arealen avsatt skog för



naturvård skulle uppgå till ca 17 % av den produktiva skogsmarksarealen, något som sattes i beaktande av Nagoyaavtalets krav på skyddade landområden (Miljödepartementet 2010).

## **2.6 Simulering i PlanWise**

PlanWise är den applikation tillhörande Heureka (Heureka 2014a) som användes för att simulera den skogliga tillväxten på fastigheten och skapa de olika skötselplanerna. Programmet kan generera skötselplaner med olika lång tidshorisont och man har som användare möjlighet att styra skogsskötseln mot specifika mål med hjälp av s.k. skogsdomäner och kontrollkategorier. Programmet strävar mot att ta fram den skötselplan för fastigheten som ger högst nuvärde givet de restriktioner som sätts av användaren.

I PlanWise importerades beståndsregistret för Strömsjöleden med tillhörande skogskarta. För import av beståndsregister krävdes att en specifik Microsoft Excel-mall följdes, vilken återfanns på Heurekas wikisida (Heureka 2013).

### **2.6.1 Målklasser**

I PlanWise delades sedan de bestånd som skulle få likartad skötsel in i olika s.k. skogsdomän, vilka i denna rapport benämns som målklasser. Bortsett från målklassen ”Intensivodling” följer de skogsstyrelsens målklassdefinition (Skogsstyrelsen 2013).

Målklasser som användes i denna studie:

#### **1. NO-bestånd (Naturvård orörd)**

Bestånd med äldre eller medelålders skog som har, eller inom en snar framtid kommer att få, höga naturvärden. Dock är denna typ av bestånd en bristvara på Strömsjöleden, varpå en del helt triviala bestånd utan naturvärden i 60-70 års åldern också sattes av som målklass NO om 17 % naturvårdsavsättning skulle kunna uppnås. De bestånd som hamnar i denna målklass räknas som avsatta för naturvårdsändamål.

#### **2. NS-bestånd (Naturvård med viss skötsel)**

Unga bestånd med bra förutsättningar att i framtiden skapa höga naturvärden. De bestånd som hamnar i denna målklass räknas också som avsatta för naturvårdsändamål.

#### **3. PF-bestånd (Produktion med förstärkt hänsyn)**

Bestånd som i framtiden ska brukas med förstärkt hänsyn vid gallring och slutavverkning. Dessa bestånd har sålunda ett kombinerat mål - produktion och naturvård, men produktionen väger tyngre och därför räknas de inte som naturvårdsavsättningar.

#### **4. Intensivodling**

Bestånd som lämpar sig för stora gödselgivor och som därmed kan intensivodlas och planteras med främmande trädslag. Dessa bestånd är rena produktionsbestånd där ingen naturvårdshänsyn kommer att tas.

## 5. PG-bestånd

Bestånd som inte platsar i någon av ovan stående målklasser. Dessa bestånd är de som i de zonerade planerna kommer tilldelas skötsel enligt begreppet ”Ekosystemskötsel”, vilket beskrivs mer detaljerat nedan.

### 2.6.2 Skogsskötselkategorier

Varje målklass kopplades till ett antal kontrollkategorier som definierar målklassens skötsel under planperioden och nästkommande beståndsgenerationer. I denna rapport kallas dessa kontrollkategorier istället för skogsskötselkategorier

Skogsskötselkategorier i denna studie:

- **Fri utveckling** kopplades till målklassen NO-bestånd. Innebar att inga skogliga åtgärder utförs under planperioden.
- **NS-skogar** kopplades till målklassen NS-bestånd. Innebar att lövträd gynnades vid röjning och att bestånden inte slutavverkades utan istället gallrades (eller blädades som det kommer att kallas i fortsättningen av denna rapport) de kontinuerligt med ett intervall på 20 år. De träd som avverkades vid blädningarna var i huvudsak barrträd.
- **Intensivodlingskogar** kopplades till målklassen intensivodling. Gödslades vart 10:e år med 150 kg kväve (ammoniumnitrat) efter träden nått en höjd av 6 meter, gynnade barrträd vid röjning och gallring, förnygrade med gran på granmark och contorta på tallmark, skogsbränsleuttag (avverkningsrester som grenar och trädtoppar) vid gallring och slutavverkning samt gödsling fick ske i contortabestånd. Slutavverkning inträffade när respektive bestånd passerat lägsta slutavverkningsålder (LSÅ, se Bilaga 2 för mer utförlig definition av LSÅ). Contorta har i PlanWise samma LSÅ som vanlig tall (*Pinus sylvestris* L.).
- **PG-skogar** kopplades till målklasserna PG-bestånd och PF-bestånd. Brukades enligt traditionellt trakthyggesbruk med tillägget att skogsbränsleuttag skedde vid slutavverkning samt att förädlad plantmaterial användes vid beståndsförnyring. I dessa bestånd lämnades vid varje avverkning bl.a. en del träd som hänsyn mot befintliga natur- och kulturmiljöer, vilket normalt sett kallas för generell hänsyn (Skogsindustrierna 2014).

Varje skogsskötselkategori hade defaultvärden i samtliga inställningar, d.v.s. de värden i respektive kontrolltabell som är förinställda efter installation av programmet är gjord, bortsett de ovan nämnda ändringarna i respektive skogsskötselkategori. Varje parameter som ingår i Heureka PlanWise kontrolltabeller finns att läsa om i Heureka (2014b).

### 2.7 Tillvägagångssätt för simuleringar

Totalt skapades 7 olika planer för fastigheten, en referensplan och sex zonerade planer (Tabell 1). De sex zonerade planerna hade två olika naturvårdsinriktningar hos PG-bestånden; (1) förlängd omloppstid (d.v.s. avverka senare än LSÅ för respektive bestånd, kallas också för överhållning) eller (2) olika stor andel lämnad generell hänsyn vid gallring och slutavverkning. Det är sålunda dessa två naturvårdsinriktningar som definierar zonen

”Ekosystemskötsel” i denna rapport. Eftersom den totala arealen avsatt skog för naturvård inkluderar NO- och NS-bestånden samt arealen generell hänsyn hos PG-bestånden, vilket varierar beroende på zonerad plan men är minst 72 ha (5 % av 1446 ha) för alla planer utom Hänsyn(0) (se Tabell 1), kommer intensivodlingsarealen sålunda att vara 440 ha för de zonerade planerna för att vara ungefär lika stor som naturvårdsarealen.

Referensplanen för fastigheten utformades så att den i stor utsträckning skulle efterlikna dagens skogsbruk i Sverige och sträckte sig 100 år framåt i tiden fördelat på 20 st. 5-års perioder. Gemensamt för alla skötselplaner som skapades var att diskonteringsräntan i Heureka sattes till 3 %.

**Tabell 1.** Samtliga skogsbruksplaner med deras plannamn, naturvårdsinriktning, total areal av varje målklass samt andel naturvårdshänsyn hos varje målklass. Ett streck betyder att den målklassen inte fanns i den planen

*Table 1. All forest management plans with their plan names, nature conservation orientation, total areal of each target class and percentage of area set aside within each target class. A short line means that that target class was not included in that plan*

Plantyp (plan type)	Plannamn (plan name)	Överhållning av PG- bestånd (later final harvest of "other stands")	PG-bestånd (other stands)		NO-bestånd (set- aside stands)		Intensivodling (intensively managed stands incl. fertilization)		NS-bestånd med blädning (set-aside stands with selective cutting)		PF-bestånd (stands with increased nature consideration)	
			Areal (ha) (areal in ha)	Andel generell hänsyn (proportion of nature consideration)	Areal (ha)	Andel generell hänsyn	Areal (ha)	Andel generell hänsyn	Areal (ha)	Andel generell hänsyn	Areal (ha)	Andel generell hänsyn
<b>Referens (Reference)</b>	R	Nej (No)	2051	5 %	114	100 %	-	-	-	-	91	12 %
<b>Zonerad (Diversified)</b>	ÖH(0)**	Nej	1446	5 %	190	100 %	440	0 %	180	0 %	-	-
<b>Zonerad</b>	ÖH(30)	Ja, 30 % mer än LSÅ* (Yes, 30 % more than LSÅ*)	1446	5 %	190	100 %	440	0 %	180	0 %	-	-
<b>Zonerad</b>	ÖH(50)	Ja, 50 % mer än LSÅ (Yes, 50 % more than LSÅ)	1446	5 %	190	100 %	440	0 %	180	0 %	-	-
<b>Zonerad</b>	Hänsyn(0)	Nej	1446	0 %	190	100 %	440	0 %	180	0 %	-	-
<b>Zonerad</b>	Hänsyn(5)**	Nej	1446	5 %	190	100 %	440	0 %	180	0 %	-	-
<b>Zonerad</b>	Hänsyn(10)	Nej	1446	10 %	190	100 %	440	0 %	180	0 %	-	-
<b>Zonerad</b>	Hänsyn(15)	Nej	1446	15 %	190	100 %	440	0 %	180	0 %	-	-

\*LSÅ = Lägsta slutavverkningsålder hos ett bestånd.

\*LSÅ= Minimum allowable harvest age for a stand.

\*\*ÖH(0) och Hänsyn(5) är en och samma plan som fått två olika namn beroende på att den ingår i två skilda resultatjämförelser.

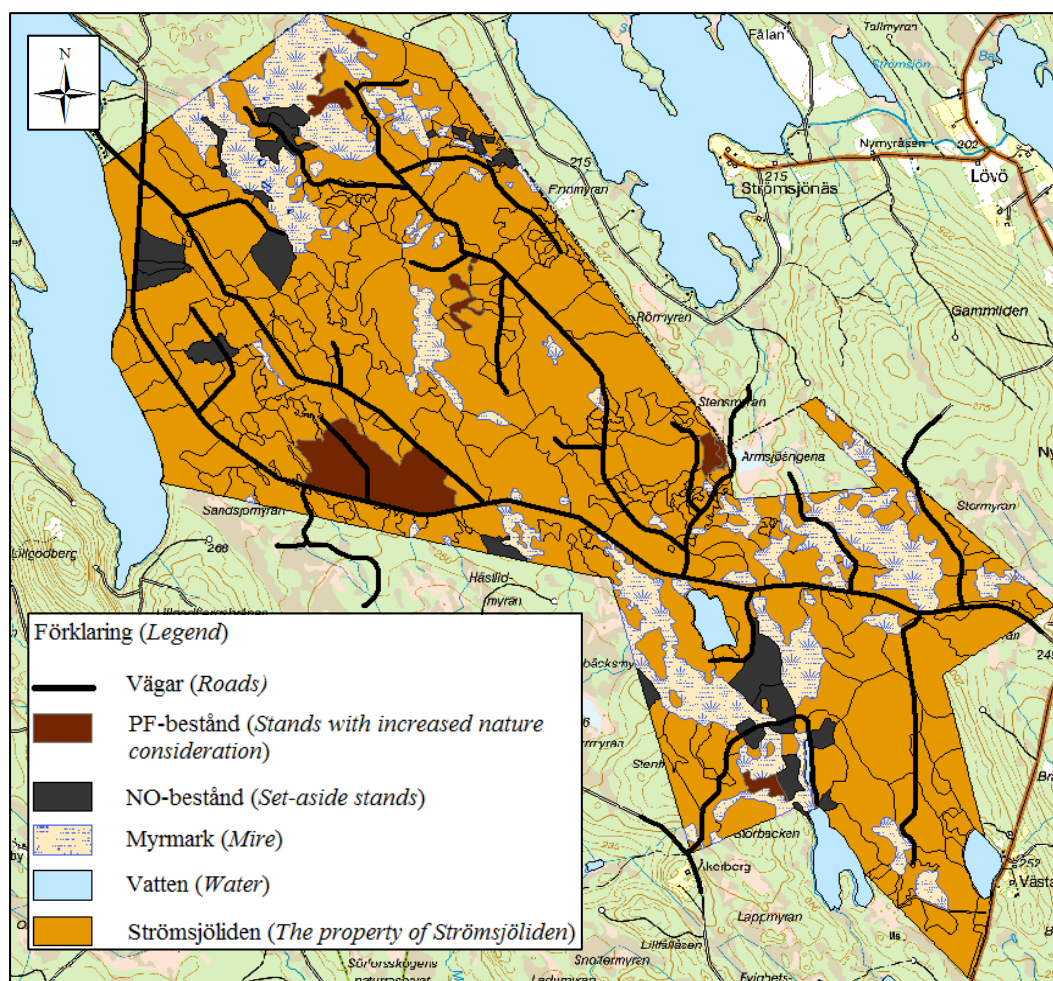
\*\*ÖH(0) and Hänsyn(5) is the same plan with two different names since it is included in two different result comparisons.

Mellan referensplanen och de olika zonerade planerna jämfördes slutligen följande skogliga data:

- Nuvärde i kr/ha för hela fastigheten.
- Grundtevägd medeldiameter (förkortas Dgv, se Bilaga 2 för mer utförlig förklaring) vid slutavverkning de 50 senare åren av simuleringsperioden.
- Total avverkad volym i m<sup>3</sup>sk fördelat på slutavverkning, gallring och blädning.
- Total avverkad volym timmer, massaved och GROT i m<sup>3</sup>fub (se Bilaga 2 för mer utförlig förklaring av begreppet m<sup>3</sup>fub) under hela simuleringsperioden.
- Medelvolymer i m<sup>3</sup>sk/ha vid slutavverkning under hela planperioden samt de 50 senare åren av simuleringsperioden.
- Död barr- och lövved i m<sup>3</sup>sk/ha vid simuleringsperiodens slut.
- Total volym levande lövträd på fastigheten vid simuleringsperiodens slut.

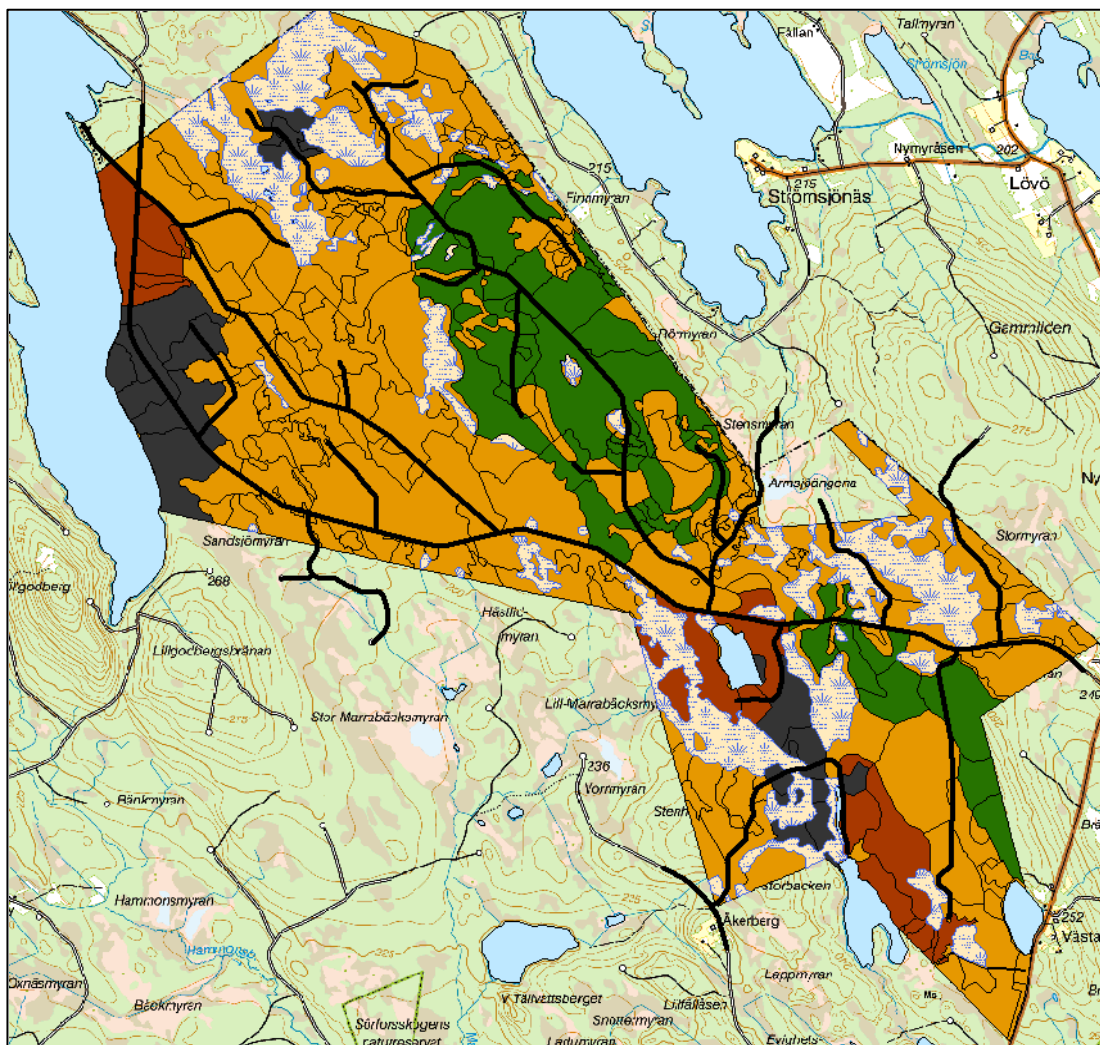
## 2.8 Kartor över fördelningen av målklasser för referensplanen och de zonerade planerna.

Spridningen mellan bestånd avsatta för naturvård var större för referensplanen (Figur 2) jämfört med för de zonerade planerna (Figur 3).



**Figur 2.** Strömsjöliden med de olika målklasserna för referensplanen. Bakgrundskartan erhöles från © Lantmäteriet i2012/901.

Figure 2. The property of Strömsjöliden with the different target classes for the reference plan. The background map was given by the national land survey of Sweden.



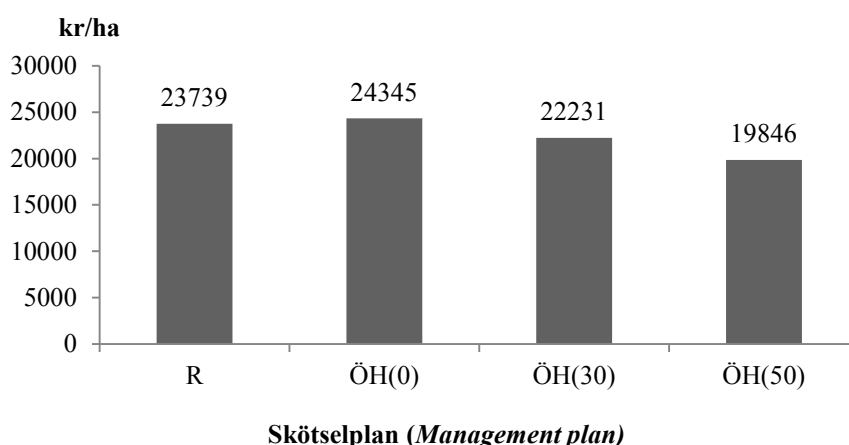
**Figur 3.** Strömsjöleden med de olika målklasserna för de zonerade skötselplanerna. Bakgrundskartan erhöles från © Lantmäteriet i2012/901.

*Figure 3. The property of Strömsjöleden with the different target classes for the diversified management plans. The background map was given by the national land survey of Sweden.*

### 3. Resultat

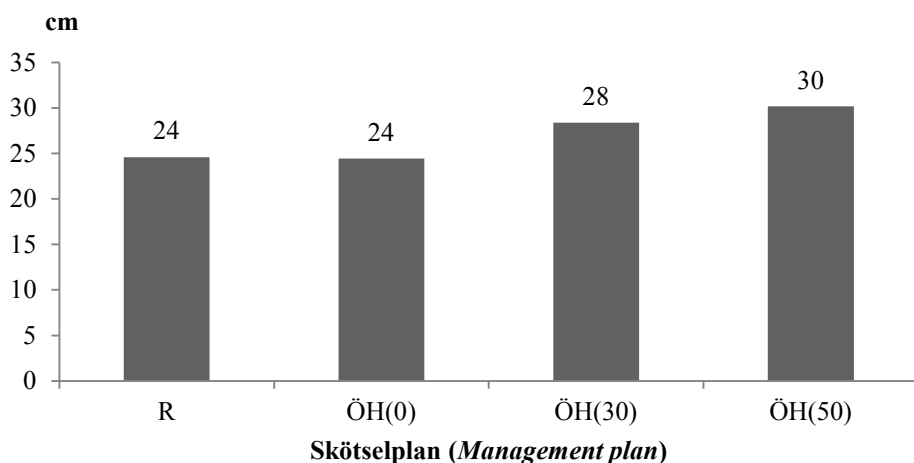
#### 3.1 Nuvärden och virkesproduktion för referensplanen och zonerat skogsbruk med förlängd omloppstid hos PG-bestånden

Skogsbruk enligt dagens praxis gav ett nuvärde på ca 24 000 kr/ha produktiv skogsmark (Figur 4). Att zonera skogsbruket och avverka PG-bestånden i samband med deras lägsta slutavverkningsålder, LSÅ ökade nuvärdet med ca 600 kr/ha jämfört med referensplanen. Förlängda omloppstider med 30 % och 50 % av LSÅ hos PG-bestånden sänkte nuvärdet med mer än 1500 kr/ha jämfört med referensplanen (Figur 4).



**Figur 4.** Nuvärde i kr/ha för referensplanen (R) och de olika zonerade skötselplanerna. Beskrivning av respektive skötselplan ses i Tabell 1. Dataetiketten ovan respektive stapel visar stapelns faktiska värde.  
*Figure 4. Net present value for the reference plan (R) and the different diversified management plans. Description of each management plan is shown in Table 1. Data labels show the actual value in Swedish crowns per ha.*

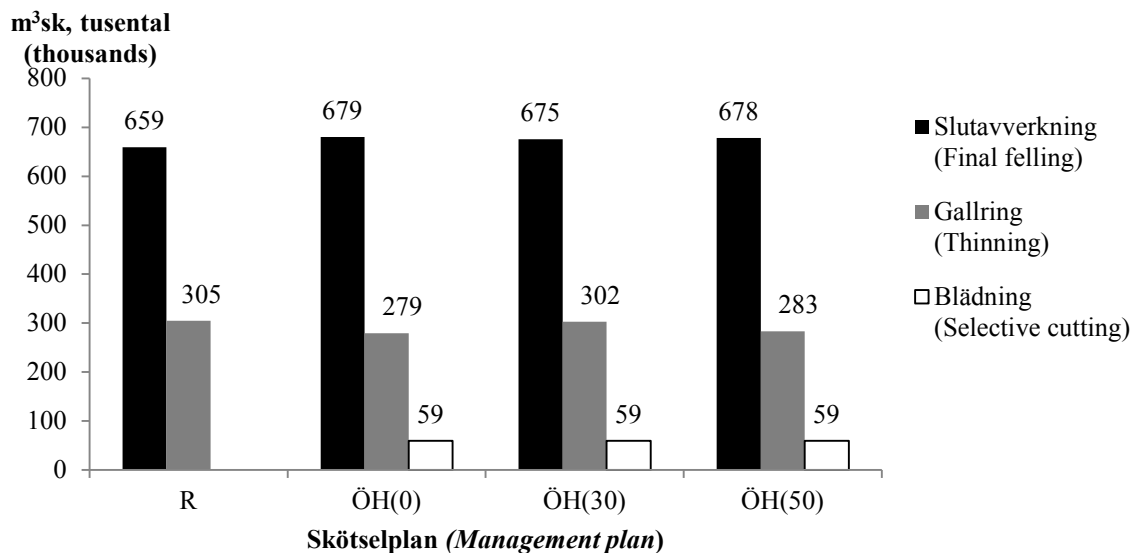
Grundtytevägd medeldiameter vid slutavverkning under de 50 senare åren av planperioden ökade med högre grad av förlängd omloppstid i PG-bestånden hos de zonerade planerna (Figur 5). Jämfört med referensplanen var det ingen nämnvärd skillnad att enbart zonera skogsbruket utan att förlänga omloppstiden hos PG-bestånden, men en förlängning med 30 % eller 50 % av omloppstiden genererade i genomsnitt 4 respektive 6 cm grövre träd.



**Figur 5.** Grundtyevägd medeldiameter i cm vid slutavverkning de 50 senare åren för referensplanen (R) och de olika zonerade skötselplanerna. Beskrivning av respektive skötselplan ses i Tabell 1. Dataetiketten ovan respektive stapel visar stapelns faktiska värde.

*Figure 5. Basal area weighted mean diameter in cm at final felling the latter 50 years for the reference plan (R) and the different diversified management plans. Description of each management plan is shown in Table 1. Data labels show the actual value.*

Jämfört med referensplanen ökade volymen slutavverkad skog under planperioden på 100 år då skogsbruket zonerades med eller utan förlängd omloppstid hos PG-bestånden (Figur 6). Volymen gallring var generellt lägre i alla zonerade planer. Totalt sett genererade dock ett zonerat skogsbruk högre avverkade virkesvolym under planperioden.

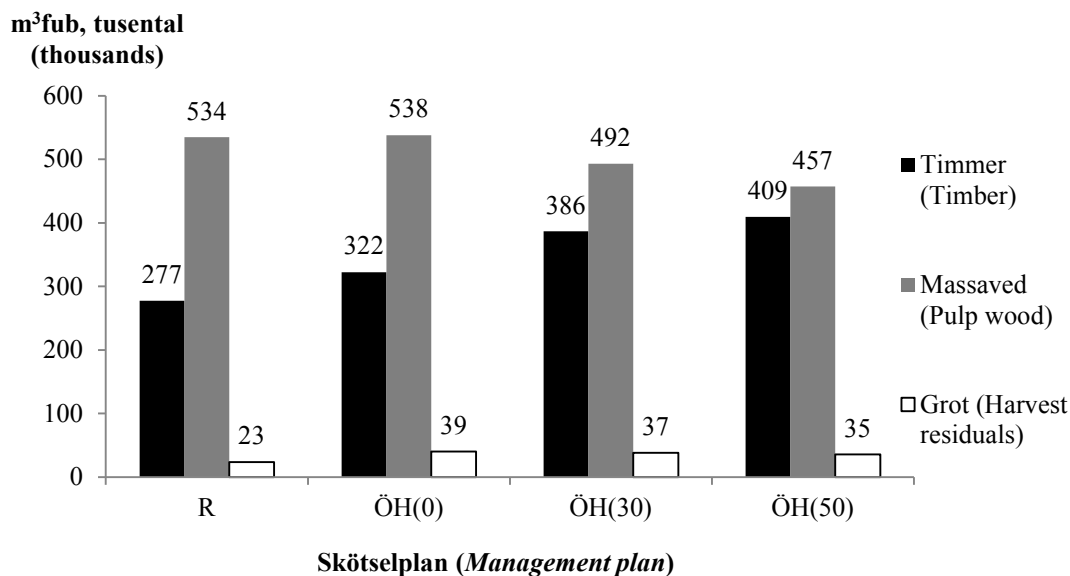


**Figur 6.** Total avverkad volym exklusive röjd volym i tusental m³sk per åtgärd under planperioden för referensplanen (R) och de olika zonerade skötselplanerna. Beskrivning av respektive skötselplan ses i Tabell 1 och m³sk i Bilaga 2. Dataetiketten ovan respektive stapel visar stapelns faktiska värde.

*Figure 6. Total harvested volume exclusive cleared volume in thousands of m³sk per treatment during the plan period for the reference-plan (R) and the different diversified management plans. Description of each management plan is shown in Table 1 and m³sk in Appendix 2. Data labels above each staple show the actual value.*



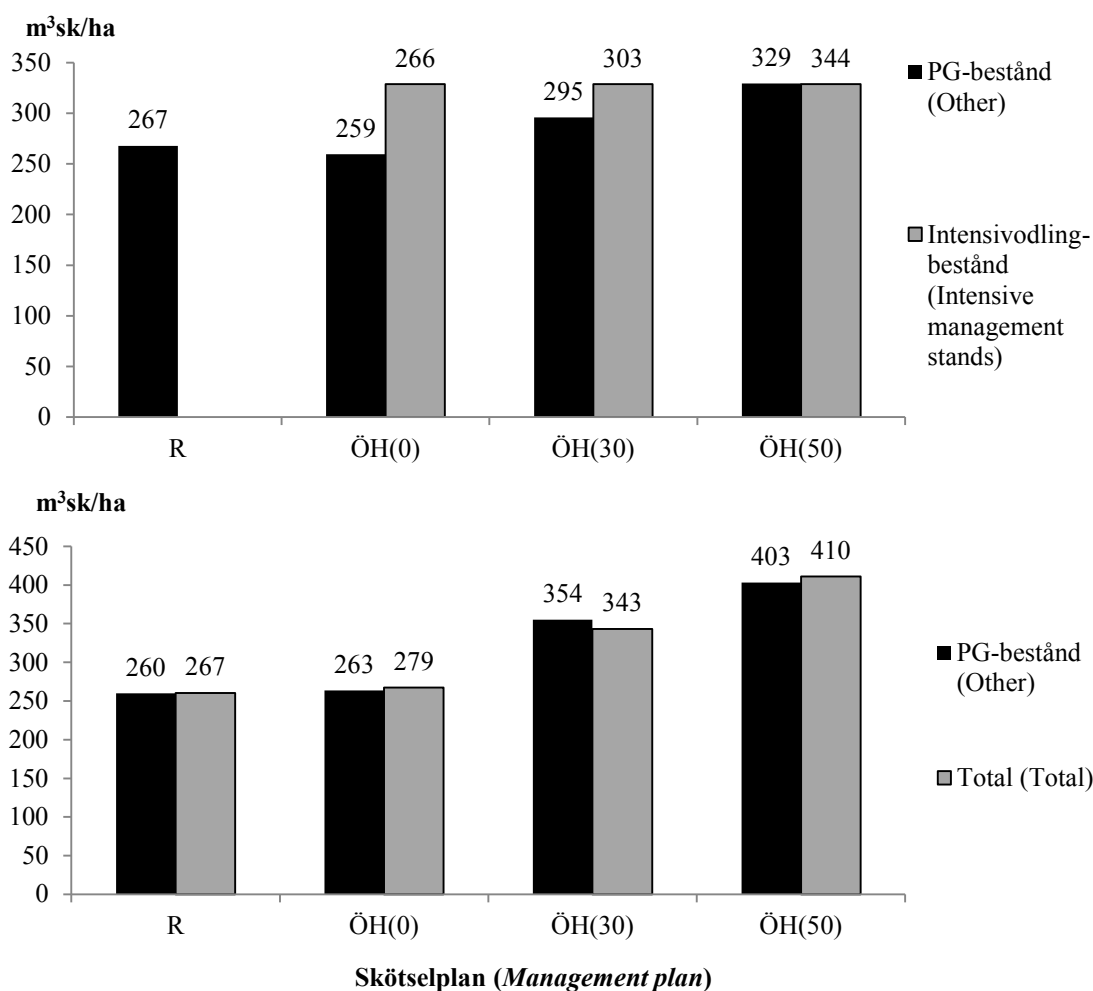
Under hela planperioden ökade avverkad volym timmer i m<sup>3</sup>fub samtidigt som avverkad volym massaved sjönk när zonerat skogsbruk med förlängda omloppstider användes (Figur 7). Zonerat skogsbruk utan förlängd omloppstid gav ungefär lika mycket massaved som referensplanen men däremot större timmervolym. Alla zonerade skötselplaner producerade större volymer grot (grenar och toppar) jämfört med fortsatt skogsbruk enligt dagens modell.



**Figur 7.** Total avverkad volym per sortiment i tusental m<sup>3</sup>fub under planperioden för referensplanen (R) och de olika zonerade skötselplanerna. Beskrivning av respektive skötselplan ses i Tabell 1. Dataetiketten ovan respektive stapel visar stapelns faktiska värde.

*Figure 7. Total harvested volume in thousands of m<sup>3</sup>fub per assortment during the plan period for the reference-plan (R) and the different diversified management plans. Description of each management plan is shown in Table 1 and m<sup>3</sup>fub in Appendix 2. Data labels above each staple show the actual value.*

Jämfört med referensplanen var medelvolymer vid slutavverkning under hela planperioden lika stor om skogsbruket zonerar utan förlängda omloppstider i PG-bestånden (Figur 8). En förlängd omloppstid på 30 % eller 50 % i PG-bestånden genererade 37 respektive 78 m<sup>3</sup>sk/ha mer än referensplanen. Under de 50 senare åren genererade en förlängd omloppstid på 30 % i PG-bestånden i snitt 83 m<sup>3</sup>sk/ha mer än referensplanen och en förlängd omloppstid med 50 % gav i snitt 150 m<sup>3</sup>sk/ha mer. Zonerat skogsbruk utan förlängd omloppstid skiljde sig inte nämnvärt från referensplanen gällande avverkade volymer per hektar oavsett vilken tidsperiod som avsågs.



**Figur 8.** Medelvolymer per hektar (m<sup>3</sup>sk/ha) vid slutavverkning under hela planperioden (övre) samt de 50 senare åren (nedre) för referensplanen (R) och de olika zonerade skötselplanerna. Beskrivning av respektive skötselplan ses i Tabell 1. Dataetiketten ovan respektive stapel visar stapelns faktiska värde.

*Figure 8. Mean volume per hectare (m<sup>3</sup>sk/ha) at final felling during the total plan period (above) and during the latter 50 years (below) for the reference-plan (R) and the different diversified management plans. Description of each management plan is shown in Table 1 and m<sup>3</sup>sk in Appendix 2. Data labels above each staple show the actual value.*

I slutet av planperioden, d.v.s. om 100 år, hade det producerats mer död löv- och barrved och mer levande lövträd i de zonerade planerna jämfört med referensplanen (Tabell 2). Det fanns både levande lövträd samt död barr- och lövved i intensivodlingsbestånden. Medelåldern i respektive skogsdomän var relativt lika oavsett skötselplan, men eftersom arealen avsatt skog för naturvårdsändamål var större för de zonerade planerna än för referensplanen producerade de större arealer gammal skog.

**Tabell 2.** Sammanställning av olika naturvärdesfaktorer hos respektive skötselplan och målklass i slutet av planperioden. Beskrivning av respektive skötselplan ses i Tabell 1 och m<sup>3</sup>sk i Bilaga 2. Ett streck betyder att den målklassen inte fanns i den planen

*Table 2. Assembly over different nature value factors for each management plan and management class in the end of the plan period. Description of each management plan is shown in Table 1 and m<sup>3</sup>sk in Appendix 2. A short line means that target class was not included in that plan*

	NS- bestånd (Set-aside stands with selective cutting)	NO- bestånd (Set-aside stands)	PG- bestånd (Other stands)	Intensivodling (Intensively managed stands incl. fertilization)	PF- bestånd (Stands with increased nature consideration)
<b>Död barrved (Dead conifer wood) (m<sup>3</sup>sk/ha)</b>					
R	-	83	7	-	7
ÖH(0)	12	91	8	14	-
ÖH(30)	12	91	15	14	-
ÖH(50)	12	91	26	14	-
<b>Död lövved (Dead broadleaf wood) (m<sup>3</sup>sk/ha)</b>					
R	-	7	5	-	5
ÖH(0)	19	9	5	2	-
ÖH(30)	19	9	6	2	-
ÖH(50)	19	9	8	2	-
<b>Volym löv (Broadleaf volume) (m<sup>3</sup>sk/ha)</b>					
R	-	29	20	-	20
ÖH(0)	96	41	21	12	-
ÖH(30)	96	41	23	12	-
ÖH(50)	96	41	22	12	-
<b>Max volym löv i enskilt bestånd (Maximum broadleaf volume in a single stand) (m<sup>3</sup>sk/ha)</b>					
R	-	96	59	-	36
ÖH(0)	207	96	59	49	-
ÖH(30)	207	96	123	49	-
ÖH(50)	207	96	122	49	-
<b>Medelålder (år) (Mean age (Yr))</b>					
R	-	222	46	-	58
ÖH(0)	125	186	46	45	-
ÖH(30)	125	186	53	45	-
ÖH(50)	125	186	56	45	-

### 3.2 Resultat från zonerat skogsbruk med olika omfattning av hänsyn i PG-bestånden

I de zonerade planerna visade det sig att lönsamheten avtog med ökande hänsyn i PG-bestånden, planerna med 0 % och 5 % generell hänsyn var dock mer lönsamma än referensplanen (Tabell 3). Planen med 15 % generell hänsyn i PG-bestånden genererade lägre totalt avverkad virkesvolym än referensplanen och slutavverkad medelvolym/ha var ca 12 m<sup>3</sup>sk högre för samtliga zonerade planer. Dgv vid slutavverkning skiljde sig inte nämnvärt mellan någon plan men i de zonerade planerna fick man både större mängder död ved/ha och volym löv/ha. Som död ved räknades i detta fall både barr- och lövved.

**Tabell 3.** Sammanställning av resultaten från skötselplanerna R, Hänsyn(0), Hänsyn(5), Hänsyn(10) och Hänsyn(15). Beskrivning av varje skötselplan ses i Tabell 1 och m<sup>3</sup>sk i Bilaga 2

*Table 3. Assembly of the results from the management plans R, Hänsyn(0), Hänsyn(5), Hänsyn(10) and Hänsyn(15). Description of each management plan is shown in Table 1 and m<sup>3</sup>sk in Appendix 1*

	<b>R</b>	<b>Hänsyn(0)</b>	<b>Hänsyn(5)</b>	<b>Hänsyn(10)</b>	<b>Hänsyn(15)</b>
<b>Nuvärde(Net present value) (kr/ha)</b>	23739	25190	24345	23501	22656
<b>Total avverkad volym inklusive röjd volym (Total harvested volume including cleared volume) (m<sup>3</sup>sk)</b>	986681	1073128	1037634	1002141	966648
<b>Slutavverkad medelvolym/ha 50 senare åren (Clear-felled volume/ha in the later 50 years) (m<sup>3</sup>sk)</b>	267	279	279	279	280
<b>Dgv vid slutavverkning 50 senare åren (Mean diameter at clear-felling the later 50 years) (cm)</b>	24	23	24	24	24
<b>Död ved/ha vid slutet av planperioden (Dead wood/ha at the end of the plan period) (m<sup>3</sup>sk)</b>	16	19	21	24	27
<b>Total volym löv vid slutet av planperioden (Total broadleaf volume at the end of the plan period) (m<sup>3</sup>sk)</b>	51129	58056	61937	65819	69700

## 4. Diskussion

### *4.1 Nuvärden och virkesproduktion för zonerat skogsbruk med varierande tidpunkter för slutavverkning hos PG-bestånden*

Nuvärdesberäkningarna visade att zonerat skogsbruk utan förlängd omloppstid genererade ca 600 kr högre nuvärde/ha produktiv skogsmark än skogsbruk enligt dagens praxis, vilket för denna fastighet skulle motsvara drygt 1,3 miljoner kronor. Detta betyder att vi kan skapa stora områden med intensivodlingar och naturvårdsavsättningar samtidigt som lönsamheten åtminstone kan hållas på samma nivå som för konventionellt skogsbruk, vilket kan tyckas motsägelsefullt. Bidragande orsaker till varför lönsamheten blev högre för zonerat skogsbruk jämfört med konventionellt skogsbruk var intensivodlingarna som kompenserade för virkesbortfallet vid naturvårdavsättningarna, men även arealen lövinriktat blädningsbruk var en viktig faktor. Denna skogsskötselmetod anses av många vara mer naturvårdsanpassad än trakthyggesbruk och det föreslås få öka i omfattning (Naturvårdsverket 2013b). På Strömsjöleden skulle den blädade arealen bli 180 ha, alltså 8 % av fastigheten, och därmed finns en stor naturvårdsareal med visst uttag av virke. I praktiken skulle det gå att öka lönsamheten ytterligare genom att schablonisera själva gödslingen, d.v.s. gödsla flera bestånd på en och samma gång för att slippa de fasta kostnader som det innebär att bl.a. transportera helikopter eller traktor till och från fastigheten. Heureka inkluderar i dagsläget dessa fasta kostnader i varje bestånd som gödslas, men vid ett praktiskt genomförande skulle då dessa kostnader försvinna.

Att förlänga omloppstiden med 30 respektive 50 % visade sig sänka nuvärdet (se Figur 4), något som är naturligt eftersom intäkterna från dessa bestånd kommer senare i framtiden. I nuvärdesberäkningar är en sen inkomst mindre värd än en tidig inkomst om de är ungefär lika stora och räntenivån densamma över tid (Wibe 2012). Att den skog som avverkas efter 50 % längre omloppstid är grövre och mer värdefull än den skog som avverkas vid 30 % längre omloppstid är inte tillräckligt för att nuvärdet inte ska påverkas negativt när räntan är så pass hög som 3 %. Anledningen till att räntan sattes till 3 % i samtliga simuleringar var att det på lång sikt är ungefär den ränta som används vid skogliga nuvärdesberäkningar (Ekvall & Bostedt 2009). Dock hade resultatet blivit annorlunda om räntan för simuleringarna hade satts lägre än 3 %, eftersom om ett bestånds relativa tillväxt är högre än markägarens räntekrav betyder det att det är mer lönsamt att låta skogen stå kvar och avverka den först när skogens relativa tillväxt sjunkit till samma nivå som räntan (Wibe 2012).

Förlängd omloppstid skulle även leda till grövre träd vid slutavverkning (se Figur 5), och grova träd innebär i regel ökad produktiviteten hos skördarna och skotarna som ska avverka och transportera ut virket från skogen (Bergström m.fl. 2010). Zonerat skogsbruk utan förlängda omloppstider skulle inte resultera i ökad skördar- och skotarproduktivitet jämfört med dagens skogsbruk eftersom avverkad medeldiameter var i princip lika stor för de båda.

Under kommande 100 år visade det sig att de zonerade planerna avverkade ungefär 20 000 m<sup>3</sup>sk mer vid slutavverkningar och motsvarande siffra mindre vid gallringar jämfört med referensplanen (se Figur 6). Dock, eftersom ca 60 000 m<sup>3</sup>sk togs ut vid blädningar i NS-bestånden för respektive zonerad plan betyder det att det totala virkesuttaget var större från de zonerade planerna jämfört med referensplanen. De zonerade planerna genererade också högre avverkade timmer- och grotvolym, men däremot något lägre avverkade massavedvolym jämfört med dagens skogsbruk (se Figur 7). Det har sin förklaring i att träden som avverkas i

de zonerade planerna var grövre och därmed har större timmerutbyte och lägre massavedsandel (Cernold 1981). Anledningen till att uttaget av GROT var större för de zonerade skötselalternativen kan bero på att bestånd som gödslas producerar mer avverkningsrester än bestånd som inte gödslas, och uttag av GROT i de gödslade bestånden var samtidigt motiverat eftersom det minskar risken för näringsläckage till grundvattnet (Larsson m.fl. 2009).

För hela planperioden på 100 år visade resultatet att zonerat skogsbruk med förlängd omloppstid av PG-bestånden gav äldre och virkesrikare skogar i framtiden. Den slutavverkade volymen per hektar kommer i dessa att vara högre jämfört med zonerat skogsbruk utan förlängda omloppstider och även jämfört med dagens skogsbruk (se Figur 8). Detta innebär att det i större utsträckning är de förlängda omloppstiderna och inte gödningen som driver upp medelvolymen vid slutavverkningarna på hela fastigheten. Att inte gödningen genererar en totalt högre medelvolym vid avverkning för zonerat skogsbruk utan förlängda omloppstider beror med största sannolikhet på att det inte avverkas så många intensivodlade bestånd under planperioden. Det går inte att utläsa ur resultaten, men ungefär hälften av alla perioder saknar avverkningar i intensivodlingsbestånden vilket leder till att de inte bidrar så mycket till totalresultatet i denna aspekt.

Under de 10 senare perioderna (tiden mellan 50 och 100 år från nu) hade de zonerade planerna ÖH(30) och ÖH(50) betydligt högre medelvolym vid slutavverkning än referensplanen och planen ÖH(0) (se Figur 8). Detta kan bero på att PG-bestånden som avverkades under denna tid var virkesrika, eller tvärtom att referensplanen och planen ÖH(0) avverkade bestånd med relativt låg medelvolym under denna tid. Det kan även vara så att det först var under denna period som de överhållna bestånden blev tillgängliga för avverkning vilket drog upp medelvolymen per hektar för den tiden. Resultatet över 100 år var oavsett entydigt – zonerat skogsbruk med förlängda omloppstider ger grövre skogar och därmed större volymer per hektar jämfört med om dagens konventionella skogsbruk skulle fortsätta dominera. Ett intressant resultat av detta är att om de efterfrågade volymerna träråvara i framtiden är detsamma som idag kommer de att kunna tas ut från en mindre areal, vilket direkt kommer att leda till antingen mindre eller färre hyggen på fastigheten.

#### ***4.2 Nuvärden och virkesproduktion hos zonerat skogsbruk med olika omfattning av hänsyn i PG-bestånden***

Simuleringarna visade att upp emot 10 % generell hänsyn kan lämnas i varje bestånd med någorlunda bibehållen lönsamhet i relation till referensplanen (se Tabell 3). Om 10 % generell hänsyn lämnas betyder det att den totala arealen produktiv skogsmark som inte skulle genomgå en framtida kalhyggesfas på Strömsjöleden skulle vara 514 ha, eller drygt 22 %, vid planperiodens slut. Nuvärdet skulle i det fallet sjunka med ca 200 kr/ha, d.v.s. 450 000 kr för hela fastigheten, jämfört med om man lämnar 5 % generell hänsyn. Att inte lämna någon generell hänsyn alls ökade nuvärdet med ungefär 1500 kr/ha jämfört med skogsbruk som det bedrivs idag, men det är knappast ett realistiskt alternativ eftersom en stor del av fastigheten då helt skulle sakna sparade områden skog runt myrar och vattendrag. Det fanns sålunda ett linjärt samband mellan andel lämnad generell hänsyn och lönsamhet där den ena ökar när den andra minskar.

Ökad omfattning av generell hänsyn påverkade även framtida virkesfångster negativt. Detta är ett väntat resultat eftersom en ökning av andelen generell hänsyn leder till mindre areal att avverka i respektive bestånd. Dock kunde 10 % hänsyn i PG-bestånden vid zonerat skogsbruk

lämnas, och total avverkad volym var fortfarande högre än om skogsbruk enligt dagens modell bedrevs (se Tabell 3). Slutavverkad medelvolum per hektar samt Dgv vid slutavverkning under de 50 senare åren skiljde sig dock inte så mycket mellan referensplanen och de zonerade planerna. Teoretiskt sett borde intensivodlingsbestånden ge totalt högre Dgv vid slutavverkning och även högre slutavverkad volym/ha för de zonerade planerna, men resultaten visade inte så stora skillnader som man kanske förväntar sig. Detta beror dock med största sannolikhet på samma orsak som ovan beskrivet, att det endast hinner avverkas relativt få bestånd som intensivodlats under planperioden på 100 år och därför får de nästan ingen effekt när man slår ihop dem med övriga PG-bestånd.

Orsaken till varför total avverkad volym i  $\text{m}^3\text{sk}$  skiljde sig mellan referensplanen i Figur 6 och Tabell 3 beror på att i Figur 6 är inte röjd volym medräknat. Därför visar Tabell 3 en högre avverkad volym i referensplanen ( $986\,681\,\text{m}^3\text{sk}$ ) jämfört med referensplanen i Figur 6 ( $964\,000\,\text{m}^3\text{sk}$ ). Detsamma gäller sålunda för planen ÖH(0) och Hänsyn(5), vilken är en och samma plan och därför inte borde ha olika värden för total avverkad volym.

#### **4.3 Natur- och rekreationsvärden hos zonerat skogsbruk**

De naturvärden som bildades av zonerat skogsbruk på fastigheten är betydligt större än de som bildades hos konventionellt skogsbruk. Det var framför allt NO- och NS-bestånden vilka utgör lite drygt 16 % av den totala arealen produktiv skogsmark som skapade naturvärden i form av höga andelar lövträd och död lövved samt död barrved (se Tabell 2). För planerna ÖH(0), ÖH(30) samt ÖH(50) kan man beräkna att andelen död ved i NO- och NS-bestånden utgör 50-, 40- och 30 % respektive av den totala mängden död ved på fastigheten. Motsvarande resultat kan även beräknas för mängden levande lövträd i NS-bestånden: på 8 % av arealen finns ca 28 % av den totala mängden levande lövträd för de zonerade planerna. Detta säger alltså att det finns mycket höga naturvärden i NO- och NS-bestånden vid planperiodens slut.

De lövskogar som sålunda bildades i NS-bestånden går i linje med förslag från Naturvårdsverket (2008a): att skogsbruket bör försäkra att arealen yngre och medelålders lövrik skog hålls på minst samma nivå som idag, att arealen äldre lövskogar ska öka med minst 10 % samt att volymen hård död ved ska öka med 30 miljoner  $\text{m}^3\text{sk}$  i hela landet. Vidare innehöll intensivodlingsbestånden efter 100 år både död löv- och barrved samt i snitt  $12\,\text{m}^3\text{sk/ha}$  levande lövträd, vilket indikerar att det även kan finnas viktiga naturvärden i dessa.

Naturvårdsverket (2008b) hävdar att vi måste öka andelen äldre lövskogar i landet, vilka är mycket viktiga sett ur perspektivet att många hotade djurarter är knutna till just dessa typer av skogar. Ett exempel på sådan art är den vitryggiga hackspetten (*Dendrocopus leucotos* Bechst.), vilken är akut hotad i Sverige och starkt knuten till äldre lövskogsrika miljöer. Den fungerar som indikatorart för artrika blandlövskogar bestående av framför allt björk, al och asp i det boreala barrskogsbältet. Om vitryggig hackspett kan häcka i ett visst område innebär det att många andra hotade arter också kan överleva i samma område (Naturvårdsverket 2008b). En lövgynnande skötsel likt den som bedrevs i NS-bestånden i detta arbete ligger sålunda i linje med de åtgärder som föreslås vara nödvändiga för att säkra fortlevnaden av vitryggig hackspett.

Zonerat skogsbruk kan även bidra med goda möjligheter till rekreation tack vare den höga andelen lövträd i NS-bestånden och förväntade framtida urskogsliknande karaktärer i NO-

bestånden. Till exempel hävdar Lundell & Dolling (2010) att människor med utmattningssyndrom föredrar ljusa löv- och tallskogar i närheten av vatten för sin rekreation. Detta skapas framför allt i NS-bestånden på Strömsjöleden eftersom dessa björkskogar kommer vara betydligt ljusare än de mer slutna gran- och tallskogarna på övriga fastigheten. Ytterligare rekreationsfaktorer som många människor förknippar med skogen är svamp- och bärplockning (Edelman 2013), och det finns studier som dels visar på lägre artrikedom av mycorrhizasvampar på kalhyggen än i skog (Byrd m.fl. 2000) och dels att mycorrhizasvamparna slutar producera fruktkroppar när trädens kolflöde ner till marken avstannas (Lindahl & Finlay, 2001) vilket är det som sker vid en slutavverkning. Det skulle därmed vara positivt ur denna aspekt att bedriva ett zonerat skogsbruk med förlängd omloppstid hos alla PG-bestånd eftersom det minskar antalet eller arealen trakthyggen.

Generellt sett kan sägas att naturvärdena och rekreationsmöjligheterna som skapades hos zonerat skogsbruk var markant större än de som skapades vid konventionellt skogsbruk. Eftersom det idag är brist på död ved, gammal skog och äldre lövskogar är zonerat skogsbruk ett mycket bra sätt att uppnå större mängder av dessa värden.

#### **4.4 Utmaningar med zonerat skogsbruk**

Intensivodlingsbestånden i ett zonerat landskap kommer kontinuerligt att gödslas och därmed är det osäkert om vissa hotade skogslevande arter kommer kunna leva i dessa bestånd. Eftersom syftet med gödsling är att höja tillväxten kommer det resultera i täta skogar med låga nivåer infallande ljus till skogens fält- och bottenskikt. Till exempel påpekar Ranius & Roberge (2011) att insekter som är beroende av färsk död granved kraftigt skulle missgynnas i ett skogslandskap med stor andel intensivodlade bestånd, och speciellt de insekter som är knutna till solexponerad död ved. Tillförsel av kväve anses också vara orsaken till reduktionen av rödlistade fjälltaggsvampar (*Sarcodon* spp.) knutna till kvävebegränsade ekosystem (Naturvårdsverket 2006). Den totala gödselgivan under planperioden överskridander också vad som idag är rekommenderat av Skogsstyrelsen (Skogsstyrelsen 2012). På den breddgrad som Strömsjöleden är belägen rekommenderas att maximalt 450 kg kväve per hektar tillföras under en omloppstid (Skogsstyrelsen 2012), något som i detta fall överskrids med 150-300 kg. Huruvida det finns risk för näringsläckage i dessa bestånd är dock svårt att svara på, men det är viktigt att undvika gödsling i grundvattnets utströmningsområden eftersom risken är högre att läckage av kväve inträffar då (Larsson m.fl. 2009). Om en gödslingsfri zon mot vattendrag lämnas är dock risken för stora eventuella kväveläckage mycket låg (Thuresson 2002), vilket också var orsaken till att den modell som användes i detta arbete för att identifiera gödslingsbar skogsmark selekterade bort 25 meter från varje markerat vattendrag i kartan. Ungskogsgödsling var i detta arbete inget alternativ eftersom gödsling i bestånd där träden ligger mellan 2-4 m höjd generellt sett har låg verkningsgrad (tillväxtökning per kg tillsatt kväve) (Jacobsson & Pettersson 2003).

Utöver risk för näringsläckage kan det även finnas en generell förhöjd risk för stormskador i bestånd som gödslas p.g.a. ökad biomassa ovan mark som därmed tar upp mer vind (Hirvelä & Hynynen 1990) samt att risken för insektskador kan öka på unga tallplantor som har god tillgång till näring (Selander & Immonen 1992). Contortatallen uppvisar i regel högre instabilitet än vanlig tall vilket skulle kunna leda till större risk för stormskador i dessa bestånd (Larsson m.fl. 2009). Intensivodling som inslag i ett zonerat skogslandskap är dock nödvändigt för att upprätthålla ekonomin och det måste sättas i relation till att andra områden i landskapet får betydligt bättre förutsättningar att hysa hotade arter och rekreationsmöjligheter.



Vidare borde det på Strömsjöleden ta lång tid innan höga naturvärden uppstår i NO-skogarna om fri utveckling sker i dessa, något som måste tas i beaktande om målet är att spara och skapa naturvärden på kort sikt. Även om målet var att sätta av skogar som redan hade eller inom en snar framtid skulle få höga naturvärden var det svårt att göra det eftersom det knappt fanns några sådana bestånd tillgängliga. Dock antyder resultaten i Tabell 2 att det kommer finnas höga naturvärden i NO-bestånden om 100 år, vilket är rimligt eftersom bestånden då kommer vara i snitt 186 år gammal. Dock, ett zonerat brukande av skogslandskapet enligt den metod som användes i denna rapport genererar endast stor andel lövskog de närmsta 50 åren (den som fås i NS-bestånden), och hård död ved får man snabbt genom att t.ex. såga ner eller ringbarka träd och lämna dem i skogen. Död ved i olika nedbrytningsstadier kommer dock först med tiden på Strömsjöleden.

#### ***4.5 Felkällor och noggrannhet hos resultaten***

Det material och den metod som användes i denna rapport var ingalunda de enda alternativ som fanns för att svara på frågeställningen, men eftersom syftet var att göra en principiell jämförelse mellan zonerat skogsbruk och konventionellt skogsbruk anser jag dock att materialet och metoden var fullgoda för att kunna få ett realistiskt resultat. Syftet med rapporten var således inte att ta fram några exakta svar på frågeställningen, utan snarare att få en fingervisning av vad olika zonerade strategier i framtiden skulle kunna leda till i form av lönsamhet, virkesutfall samt sociala- och naturvärden.

Modellen som identifierar gödslingsbar mark på Strömsjöleden var endast ämnad att grovt selektera bort mark som inte är lämplig att gödsla och baseras bl.a. på ett sedan tidigare insamlat bestandsregister vilket jag förlitat mig på haft tillräckligt bra kvalitet för att kunna användas som bas i GIS-modellen och i tillväxtberäkningarna. Det hade varit möjligt att utesluta denna identifiering av gödslingsbar mark och enbart tilldelat olika bestånd ett intensivare skötselprogram, men då hade det blivit svårare att motivera att de bestånd som gödslades faktiskt var lämpade för sådant. Simuleringarna i Heureka innebär också en osäkerhetsfaktor eftersom det är ett program som delvis baseras på skogliga tillväxtmodeller (Heureka 2014a) och därmed kan det inte heller ge några exakta svar på den frågeställning som fanns för denna rapport eftersom det finns en inbyggd felmarginal i dessa olika tillväxtmodeller (Elfving 2010). Dock anser jag att Heureka ger en bra och relativt noggrann fingervisning av vad de olika parametrarna som skulle undersökas fick för resultat. Det finns även andra programvaror som kunnat användas för beräkning av skoglig tillväxt, t.ex. Hugin eller Indelningspaketet (Gustafsson m.fl. 2002), men Heureka ansågs vara det mest moderna beslutsstödssystemet och är samtidigt den programvara som ett flertal organisationer använder sig av i skogliga tillväxtberäkningar (Heureka 2014c).

#### ***4.6 Förslag till framtida skogsskötsel***

Zonerat skogsbruk skulle på lång sikt generera stora skogliga nyttor på landskapsnivå. Till exempel finns i denna rapport indikationer att det på ett bättre sätt än dagens konventionella skogsbruk skulle öka möjligheten att nå miljömålet Levande skogar. Zonerat skogsbruk går i enighet med förslagen från prop. (2007/08:108) som förespråkar förhöjd skogstillväxt, vilket fås i de gödslade områdena. Att zonera skogsbruket i syfte att maximera olika skogliga nyttor på landskapsnivå föreslås även av Ranius & Roberge (2011) samt Mönkkönen m.fl. (in press), vilka hävdar att ett sådant tillvägagångssätt kan vara att föredra framför dagens konventionella skogsbruk. Messier m.fl. (2009) visade i likhet med resultaten från denna

rapport att ett zonerat brukande av ett skogslandskap är positivt ur såväl ekonomiska som ekologiska synvinklar. En omställning till zonerat skogsbruk behöver inte heller ske på en gång, utan ett successivt förfarande är möjligt en minst lika bra metod. I detta arbete började samtlig areal som skulle intensivodlas att gödslas samtidigt oavsett beståndsålder. Det är såklart möjligt att inleda ett intensivodlingsprogram i respektive bestånd i ett tidigare skede än vad som gjordes i detta arbete, förslagsvis från det att plantorna nått 2 m höjd (Larsson m.fl. 2009), men kostnaden är som sagt i det fallet ofta stor i förhållande till den ökade tillväxt som följer (Jacobsson & Pettersson 2003).

I likhet med det tillvägagångssätt som användes i denna rapport föreslår rapporterna SOU 2010:101 och SOU 3013:43 att långsiktig hållbar markanvändning måste ske med en ekologisk ansats där sociala och ekonomiska aspekter också lämnas utrymme, vilket i stor utsträckning skulle realiseras om planeringsfokus lades på landskapsnivå istället för på enskilda bestånd. Dock kan tänkas att ett zonerat skogsbruk på stora arealer (ex. >1000 ha) underlättas om det endast berör en markägare och inte flera, varför det eventuellt är ett skogsbruk som passar bättre för skogsbolag med stora sammanhängande arealer egen skog. I dagens debatt föreslås även att det är nödvändigt med stora frivilliga avsättningar för att vi ska nå de nationella miljömålen. Det föreslås även att incitament till stora frivilliga avsättningar bör vara någon form av statlig ersättning (SOU 2013:43). Ett räkneexempel på varför zonerat skogsbruk är en betydligt mer kostnadseffektiv lösning på att uppnå skyddade arealer jämfört med dagens metoder följer nedan;

I denna rapport skapades totalt 370 ha NO- och NS-bestånd i de zonerade planerna och under förutsättning att omloppstiden för skogen i PG-bestånden ökas med 30 % sker en nuvärdesförlust för hela fastigheten på ca 3,4 miljoner kr. Om dessa 370 ha NO- och NS-bestånd istället skulle blivit exempelvis naturreservat så baseras ersättningskostnaden på berört områdes marknadsvärde (Naturvårdsverket 2013c). I snitt låg kostnaden per hektar för produktiv skogsmark i Västerbotten år 2010 på 23 268 kr (Skogsstatistisk årsbok 2012), vilket skulle innebära att kostnaden för naturreservatsbildande av detta område blir 8,6 miljoner kr, d.v.s. drygt fem miljoner kronor mer än den beräknade nuvärdesförlusten för zonerat skogsbruk med 30 % förlängda omloppstider. Detta är dock en sanning med modifikation eftersom avsättningarna i de zonerade planerna innehåller ungskogar som saknar virkesvärde och därmed inte är representativa för hektarkostnaden nämnd ovan. Dock skulle staten ur detta perspektiv ändå kunna dela ut en relativt billig ersättning till respektive markägare som vill ställa om till zonerat skogsbruk och ändå uppnå stor areal avsatt skog för fri utveckling och naturvårdande skötsel. Någon form av avtal bör då eventuellt tecknas mellan markägare och myndighet som säkerställer att skyddet av skogen inte går förlorat. Även vägunderhållet på en fastighet med zonerat skogsbruk blir billigare eftersom de vägar som går genom områden med naturvårdsavsättningar i stor utsträckning inte kommer att trafikeras (Messier m.fl. 2009). Vägunderhållet kan därför riktas mot de vägar som är viktiga för virkestransporter i framtiden.

Att som i denna rapport avsätta ungskogar i målklass NS genererar snabbt goda förutsättningar till framtida lövskogar eftersom barrträden från tidig ålder röjs bort. Man kan på så sätt styra vilka lövträdslag som ska ingå i det fullvuxna beståndet om man bortser från eventuellt betestryck från vilt på dessa. I verkligheten kommer det säkert att krävas någon form av inhägnad av den unga lövskogen om den ska ha en chans att växa upp, något som dock inte togs hänsyn till i denna rapport men som sannolikt skulle sänka nuvärdet eftersom inhägnad är förknippat med relativt stora kostnader (Stora Enso 2014). Ytterligare en aspekt på att avsätta unga skogar som NS-bestånd är att det inte sänker nuvärdet lika mycket som

om äldre bestånd istället satts av. Ett sätt att höja nuvärdet på för de zonerade planerna är därför att enbart avsätta ungskogar som både NO- och NS-bestånd, men detta skulle påverka tiden det tar att få naturvärden i form av gammal skog och död ved och strider även mot definitionen av NO-bestånd (Skogsstyrelsen 2013). Att avsätta ungskogar för att uppnå hög biodiversitet föreslås också av Lundström (2013), som också hävdar att det är ett kostnadseffektivt sätt att öka andelen skyddade arealer. En kombination av både gamla och unga skogar i naturvårdsavsättningarna ter sig i detta arbete vara tillräckligt för att nuvärdet ska stå sig bra mellan de zonerade planerna och referensplanen.

Resultaten i detta arbete antyder att de högt satta nationella och internationella målen med skogsbruket kan vara ett steg närmare att nås med hjälp av zonerat skogsbruk. Rent krasst är det så att om en viss areal ska skyddas - formellt eller frivilligt - i syfte att skapa gammal skog, betyder det att det kommer uppstå en förlust av möjligt framtida virkesuttag. Enda sätten att kompensera för denna förlust av virkesråvara på är antingen att importera virke från andra länder, eller att på andra arealer höja den egna skogsproduktionen. Dock innebär import av sådan råvara att skogar i andra länder avverkas, vilket då landar i ett mångbottnat problem - global biodiversitet och funktionella ekosystem är ju inte bundet till enskilda bestånd eller skogslandskap utan de frågorna måste hanteras i större landsöverskridande perspektiv, vilket också är orsaken till att internationella avtal ingås i frågorna (Miljödepartementet 2010). Därför är det oklokt att helt förlita sig på importen från andra länder och istället satsa på inhemsk råvaruproduktion.

Denna rapport visar sammanfattningsvis att man med zonerat skogsbruk kan flytta fokus från att på kort sikt uppnå de nationella målen för skogsbruket till att istället på lång sikt nå dem. Oavsett med vilken metod skogen brukas är det nödvändigt att redan nu planera för hur det nationella skogstillståndet ska se ut om 50-100 år. Zonerat skogsbruk kan på ett kostnadseffektivt sätt öka arealen produktiv skogsmark avsatt för naturvård. Det är dock förenat med risker och möjligheter av olika slag, samt att det krävs förändringar i lagar och certifieringsstandarder om det ska vara praktiskt möjligt att genomföra. Politiker och andra beslutsfattare bör ta detta i beaktande i framtida diskussioner om våra miljö- och produktionsmål.

## 5. Slutsatser

Zonerat skogsbruk kan ge både högre och lägre nuvärden jämfört med skogsbruk enligt dagens praxis. Allt beror på vilken skötselplan som åsyftas.

Ett zonerat skogslandskap kan ge både högre och lägre virkesvolymen jämfört med dagens skogsbruk. Även här spelar det stor roll vilken skogsbruksplan som väljs.

Zonerat skogsbruk resulterar i större NO-arealer än dagens konventionella skogsbruk. I dessa kommer tillgången på död ved av olika träslag och nedbrytningsstadier att vara god i framtiden.

Om vissa områden i ett zonerat skogslandskap tilldelas lövgynnande skötsel kommer arealen lövskogar att i framtiden ha goda förutsättningar att öka.

Om ett zonerat skogsbruk ska initieras på en fastighet eller skogslandskap måste stor vikt läggas vid planering av var intensivodling ska bedrivas.

Möjligheterna med zonerat skogsbruk är många gällande hur stora arealer som ska tilldelas respektive skötselinriktning. Varje skogslandskap är unikt och bör skötas efter de förutsättningar som råder på respektive plats.

Zonerat skogsbruk kan på ett bättre sätt än dagens skogsbruk bidra till att uppnå vissa av de nationella mål för natur och miljö som Sverige antagit. Det är dock en långsiktig metod som inte ger snabba resultat gällande skapandet av gammal skog och död ved. Därför är det viktigt att fortsatt skydda befintlig gammal skog med höga naturvärden genom att bilda t.ex. naturreservat.

Den eller de markägare som vill bruka sin skog enligt ett zonerat koncept som leder till nuvärdesförluster bör få någon form av statlig ersättning. Hur stor eller i vilken form denna ersättning är dock värt att diskutera.

För att möjliggöra zonerad skogsskötsel bör skogsvårdslagen och skogscertifieringarna tillåta intensivodling av skog som kompensationsåtgärd för framtida virkesförluster om stora arealer sätts av i naturvårdssyfte på en fastighet eller skogslandskap.

## ***Tillkännagivande***

Jag vill tacka Anders Pettersson på institutionen för skoglig resurshushållning för all den hjälp du bidragit med till GIS-avsnittet i min rapport. Tack även till Hampus Holmström på samma institution för all hjälp du bistod med när jag jobbade med Heureka. Ett stort tack ger jag till Tomas Lundmark, Petter Axelsson, Linda Gruffman och Fredrik From som under våra måndagsmöten bidragit med en brainstorming av sällan skådat slag. Skönt att detta arbete inte berör mer än någon enstaka procent av alla tankar som luftats på mötena.

Ett extra varmt tack vill jag ge till mina kurskamrater som förhöjt stämningen i biblioteket och på rasterna, ni vet vilka ni är. Till min flickvän Emma – tack för att du alltid finns där för mig!

Jag vill slutligen rikta ett stort tack till min handledare Annika Nordin för mycket bra feedback och åsikter genom hela arbetet.

## Referenslista

### *Tryckta källor*

- Albrektsson, A., Elfving, B., Lundqvist, L. & Valinger, E. 2012. *Skogsskötselns grunder och samband*. Skogsskötselserien nr. 1. Skogsstyrelsen, Jönköping
- Appelstrand, M. 2007. *Miljömålet i skogsbruket - styrning och frivillighet*. Lund: Media-Tryck
- Bergström, D., Bergsten, U. & Nordfjell, T. 2010. *Comparison of boom-corridor thinning and thinning from below harvesting methods in young dense Scots pine stands*. *Silva Fennica* 44(4): 669–679
- Binkley, C. 1997. *Preserving nature through intensive plantation forestry: The case for forest allocation with illustrations from British Columbia*. *Forestry Chronicle* 73: 553–559
- Brunberg, T. & Thor M., 2010. *Produktivitet i gallring och slutavverkning 2008-2009*. Skogforsk, Uppsala. Resultat nr 10
- Byrd, K. B., Parker, V. T., Vogler, D. R. & Cullings, K. W. 2000. *The influence of clear-cutting on ectomycorrhizal fungus diversity in a lodgepole pine (Pinus contorta) stand, Yellowstone National Park, Wyoming, and Gallatin National Forest, Montana*. *Canadian Journal of Botany*, 78(2): 149-156
- Bäckström, P-O. 2001. *Några erfarenheter av svensk skogspolitik*. I Skogspolitisk historia Skogsstyrelsen, Rapport 8A SUS 2001. Jönköping: Skogsstyrelsen förlag. s. 132-139
- Castañeda F. 2000. *Criteria and indicators for sustainable forest management: international processes, current status and the way ahead*. *Unasylva* 203, Vol. 51
- Cernold, Å. 1981. *Utbytestabeller för rotstående skog*. Norra Sverige. Centrala sågverksföreningen. Falun
- Dahlberg, A. 2011. *Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk – slutrapport för delprojekt naturvärden*. Rapport 7. Skogsstyrelsen, Jönköping
- Edelman, I. 2013. *Tradition, kultur och kunskapsöverföring - En studie om användningen och betydelsen av skogens ätliga resurser bland personer med polsk bakgrund boende i Stockholmsregionen*. Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi. Stockholm: Stockholms Universitet
- Ekelund, H. & Hamilton, G. 2001 *Skogspolitisk historia* (Skogsstyrelsen Rapport 8A 2001). Skogsstyrelsen, Jönköping

- Ekvall, H. & Bostedt, G. 2009. *Skogsskötselns ekonomi*. Skogsskötselserien nr 18, Skogsstyrelsens förlag
- Elfving, B. 2010. *Growth modelling in the Heureka system*. SLU – Faculty of Forestry. Appendix 25. On the accuracy of growth predictions, s. 97
- Esseen, P.-A., Ehnström, B., Ericson, L., & Sjöberg, K. 1997. *Boreal forests*. Ecological Bulletins 46: 16–47
- Grumbine, R.E. 1994. *What is ecosystem management?* Conservation Biology 8: 27–38
- Gustafsson, K., Angelstam, P., Eriksson, H., Hultengren, S. & Weibull, H. 2002. *Framtidens skog. Några tänkbara konsekvenser för miljö och produktion av 1990-talets skogsbruk*. Rapport 8G:2001. Skogsstyrelsen, Jönköping
- Hagegård, E. 2006. *Trakthyggesfria skogsbrukssätt: kunskap, förutsättningar och attityder*. Examensarbete vid institutionen för skogens produkter och marknader, SLU Uppsala och Skogsmästarskolan Skinnskatteberg
- Hirvelä, H. & Hynynen, J. 1990. *Effect of fertilization on the growth, top damage and susceptibility to windthrow of Scots pine stands in Lapland*. Folia Forestalia 764
- Jacobson, S. & Pettersson, F. 2003. *Ny vår för skogsgödslingen?* Resultat från skogforsk. Nr. 23:2003
- Kuuluvainen, T., Tahvonen, O., & Aakala, T., 2012. Even-aged and uneven-aged forest management in boreal Fennoscandia: a review. *Ambio* 41, 720–737
- Larsson, S., Lundmark, T., & Ståhl, G. 2009. *Möjligheter till intensivodling av skog*. Slutrapport från regeringsuppdrag Jo 2008/1885. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet
- Lejon Berg S. & Lidestav, G. 2009. *Skogscertifiering – vem, hur och varför?* Fakta Skog - Rön från Sveriges lantbruksuniversitet nr. 11, 2009
- Lindahl, B. & Finlay, R. 2001. *Svamparnas krig – hård konkurrens om näringen i marken*. Fakta Skog. Sammanfattar aktuell forskning. Nr. 5, 2001
- Lisberg Jensen, E., 2011. *Modern clear-felling: from success story to negotiated solution*. Kapitel i: Antonsson, H. & Jansson, U. (Red) *Agriculture and forestry in Sweden since 1900 – geographical and historical studies*, SOLMED 54, s. 423 - 441. Stockholm: The Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry

- Lundell, Y., & Dolling, A. 2010. *Kan skogsmiljöer användas vid rehabilitering av människor med utmattningssyndrom?* Fakta Skog - Rön från Sveriges lantbruksuniversitet nr. 13, 2010
- Lundmark, H., Josefsson, T., & Östlund, L. 2013. *The history of clear-cutting in northern Sweden – Driving forces and myths in boreal silviculture.* Forest Ecology and Management 307: 112–122
- Lundström, J. 2013. *Reserve Selection in Boreal Forest. Focusing on Young Forest Biodiversity Potential.* Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences, Department of Ecology. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala s. 42
- Messier, C., Tittler, R., Kneeshaw, D., Gélinas, N., Paquette, A., Berninger, K., Rheault, H., Meek, P., & Beaulieu, N. 2009. *TRIAD zoning in Quebec: experiences and results after five years.* Forestry Chronicle 85: 885-896
- Miljödepartementet 2010. *FN-möte om biologisk mångfald, CBD COP10. Framgång i Nagoya – en seger för miljön.* Artikel nr. M2010.29 Stockholm: Miljödepartementet
- Naturskyddsföreningen 2011. *Sveriges skogar I världen. Vad innebär FN-avtalet från Nagoya för det svenska skogsskyddet?* Rapport. Stockholm: Naturskyddsföreningen
- Naturvårdsverket 2006. *Åtgärdsprogram för bevarande av rödlistade fjälltaggsvampar (Sárcodon).* Rapport 5609. Stockholm: Naturvårdsverket
- Naturvårdsverket 2008a. *Miljömålen – Nu är det bråttom! Miljömålsrådets utvärdering av Sveriges miljömål 2008.* Stockholm: Naturvårdsverket
- Naturvårdsverket 2008b. *Åtgärdsprogram för vitryggig hackspett (Dendrocopus leucotos) och dess livsmiljöer.* Rapport 5486, Stockholm: Naturvårdsverket
- Naturvårdsverket 2013b. *Miljömålen – årlig uppföljning av Sveriges miljökvalitetsmål och etappmål 2013.* Rapport No 6557. Naturvårdsverket: Stockholm s. 164-175
- Normark, E. 2011. *Riktlinjer för uthålligt skogsbruk.* 4:a uppl. Holmen Skog AB
- PEFC 2012. *Svenska PEFC Skogsstandard (2012-2017).* PEFC SWE 002:3
- Proposition 1978/79:110. *Om riktlinjer för skogspolitiken m.m.* Norstedts tryckeri, Stockholm
- Proposition 2007/08:108. *En skogspolitik i takt med tiden.* Stockholm: Jordbruksdepartementet



- Proposition 2008/09:50. *Ett lyft för forskning och innovation*. Stockholm: Utbildningsdepartementet
- Proposition 2008/09:163. *En sammanhållen klimat- och energipolitik – Energi*. Stockholm: Näringsdepartementet
- Ranius, T. & Roberge, J.-M. 2011. *Effects of intensified forestry on the landscape-scale extinction risk of dead wood dependent species*. Biodiversity and Conservation 20: 2867–2882
- Selander, J. & Immonen, A. 1992. *Effect of fertilization and watering of Scots pine seedlings on the feeding preference of the pine weevil (Hylobius abietis L.)*. Silva Fennica 26: 75–84
- Seymour, R.S., & Hunter, M.L. Jr., 1992. *New forestry in eastern spruce-fir forests: principles and applications to Maine*. Maine Agricultural and Forest Experiment Station, Misc. Publication No 716
- Skogsstatistisk årsbok 2012. *Sveriges officiella statistik*, Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Skogsstyrelsen. 2012. *Skogsvårdslagstiftningen gällande regler 1 september 2012*. Skogsstyrelsens förlag, Jönköping
- SOU 2006:81. *Mervärdesskog del 1. Slutbetänkande av Skogsutredningen 2004*. Stockholm: Näringsdepartementet
- SOU 2010:101. *Handlingsplan för att utveckla strategier i miljömålssystemet*. Stockholm: Miljödepartementet
- SOU 2013:43. *Långsiktig hållbar markanvändning. Delbetänkande av miljömålsberedningen*. Stockholm: Miljödepartementet
- Thor, M. & Sandgren, M. 2012. *Hållbar skörd av råvara*. Skogforsk, Dnr 2012-01937
- Thureson, T., 2002. *Skogsmarksgödsling - effekter på skogshushållning, ekonomi, sysselsättning och miljö*. Meddelande 6 – 2002. Skogsstyrelsen, Jönköping
- Visseren-Hamakers, I.J. & Glasbergen, P. 2007. Partnerships in forest governance. Global Environmental Change 17: 408-419
- Wibe, S. 2012. *Skogsekonomi – en introduktion. VT 2012*. 2012 års upplaga. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet
- Wilhelmsson, E. & Nyström, K. 2012. *Introduktion till mätning av träd och bestånd*. Institutionen för skoglig resurshushållning. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet

- Östlund, L., 1995. *Logging the virgin forest: northern Sweden in the early-nineteenth century*. Forest Conservation History 39: 160–171
- Östlund, L. & Zackrisson, O. 2000. *The Forest History Of Boreal Sweden: A Multidisciplinary Approach*. – I: Agnoletti, M., Anderson, S. (red), *Methods and approaches in forest history*. CABI Publishing, Wallingford, UK, s. 119-128
- Östlund, L., Zackrisson, O., & Axelsson, A.-L. 1997. *The history and transformation of a Scandinavian boreal forest landscape since the 19th century*. Canadian Journal of Forest Research 27: 1198-1206

### ***Opublicerade källor***

- Mönkkönen M., Juutinen A., Mazziotta A., Miettinen K., Podkopaev D., Reunanen P., Salminen H., & Tikkanen O-P. *Spatially dynamic forest management to sustain biodiversity and economic returns*. Journal of Environmental Management (*In press.*)

## ***Internetkällor***

- Heureka 2013. *Importera beståndsregister*. Tillgänglig:  
[http://heurekaslu.org/wiki/Importera\\_best%C3%A5ndsregister](http://heurekaslu.org/wiki/Importera_best%C3%A5ndsregister)  
[Hämtad 2014-01-14]
- Heureka 2014a. *Heureka wiki*. Tillgänglig: [http://heurekaslu.org/wiki/Heureka\\_Wiki](http://heurekaslu.org/wiki/Heureka_Wiki)  
[Hämtad 2014-03-05]
- Heureka 2014b. *Control tables*. Tillgänglig:  
[http://heurekaslu.org/wiki/Category:Control\\_Tables](http://heurekaslu.org/wiki/Category:Control_Tables) [Hämtad 2014-03-05]
- Heureka 2014c. *Programvaror för planering och analys*. Tillgänglig:  
<http://www.slu.se/heureka> [Hämtad 2014-03-11]
- Landsbygdsdepartementet 2013. *Skogsbruk*. Tillgänglig:  
<http://www.regeringen.se/sb/d/9730> [Hämtad 2013-12-02]
- Naturvårdsverket 2013a. *Miljömålen*. Tillgänglig: <http://www.miljomal.se/sv/Miljomalen/>  
[Hämtad 2013-05-19]
- Naturvårdsverket 2013c. Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning-amnesvis/Skyddade-omraden/Process-att-bilda-naturresevat/Kop-som-alternativ-till-intrangsersattning/> [Hämtad 2013-12-06]
- Skogsindustrierna 2014. *Skyddad skog*. Tillgänglig: <http://skyddadskog.se/den-svenska-modellen-for-skogsbruk/generell-hansyn/> [Hämtad 2014-03-05]
- Skogsstyrelsen 2013. *Målklassning*. Tillgänglig: <http://www.skogsstyrelsen.se/Aga-och-bruka/Skogsbruk/Aga-skog/Skogsbruksplan/Malklassning/> [Hämtad 2013-11-25]
- Stora Enso. 2014. *Omfattande skador*. Tillgänglig: <http://storaensoskog.se/djupare-kunskap/skogar-med-hogt-betetryck/> [Hämtad 2014-03-10]
- Utrikesdepartementet 2013. *Från Stockholm 1972 till Johannesburg 2002*. Tillgänglig:  
<http://www.regeringen.se/sb/d/3807/a/186916> [Hämtad 2013-12-02]

## ***Bilaga 1 (Appendix 1)***

### ***Modell för identifiering av skogsområden på Strömsjöliden som kan intensivodlas***

*Observera! Nedan stående metod användes i mitt examensarbete och är ämnad att grovt uppskatta områden i ett skogslandskap som lämpar sig för intensivgödsling av skog.*

#### **Steg 1**

Det material som använts i denna modell är följande:

- Jordartskartan och berggrundskartan (© SGU).
- Terrängkarta vektorlager (fås från Lantmäteriet, beställs från GET (<https://maps.slu.se>) där man själv får välja vilket område som kartlagret ska visa.
- Karta över skogsfastigheten (Figur 1) med samtliga avdelningar/bestånd markerade som enskilda polygon.
- Komplettestandsregister i .CSV-filformat som följer mallen tillhörande Heureka, se följande länk ([http://heurekaslu.org/wiki/Importera\\_best%C3%A5ndsregister](http://heurekaslu.org/wiki/Importera_best%C3%A5ndsregister))
- OBS! Viktigt är att kartmaterialen har samma referenssystem, SWEREF99 TM användes i detta fall och det är även det koordinatsystemet som SGU-kartorna och lantmäteriets kartor levereras i.
- Programmet ArcMap 10.1 och ArcCatalog 10.1 användes för att skapa modellen, Modelbuilder var verktyget.

#### **Steg 2**

Det kartlager som användes från jordartskartan var: "jordart\_100\_200k\_jg2.shp". I denna finns information om aktuell jordart 50 cm under markytan i området, exv. Berg, lera/silt, morän, vatten, svallsediment etc. Dessa är visade som polygon och är enkla att urskilja om man använder sig av kartlagrets attributtabell och väljer att "aktivera", d.v.s. markera det polygon man vill lokalisera i kartan.

Från berggrundskartan användes kartlagret: "Hallar.shp". Det visar var berghällar i dagen finns. Från lantmäteriet används kartan "TerrängkartanVektor", levereras som zipfil. I ArcMap laddas lagret "TerrängkartanVektor\_HL\_1302\_epsg3006.shp" som visar vattendrag (bäckar, åar, älvar) i området.

#### **Steg 3**

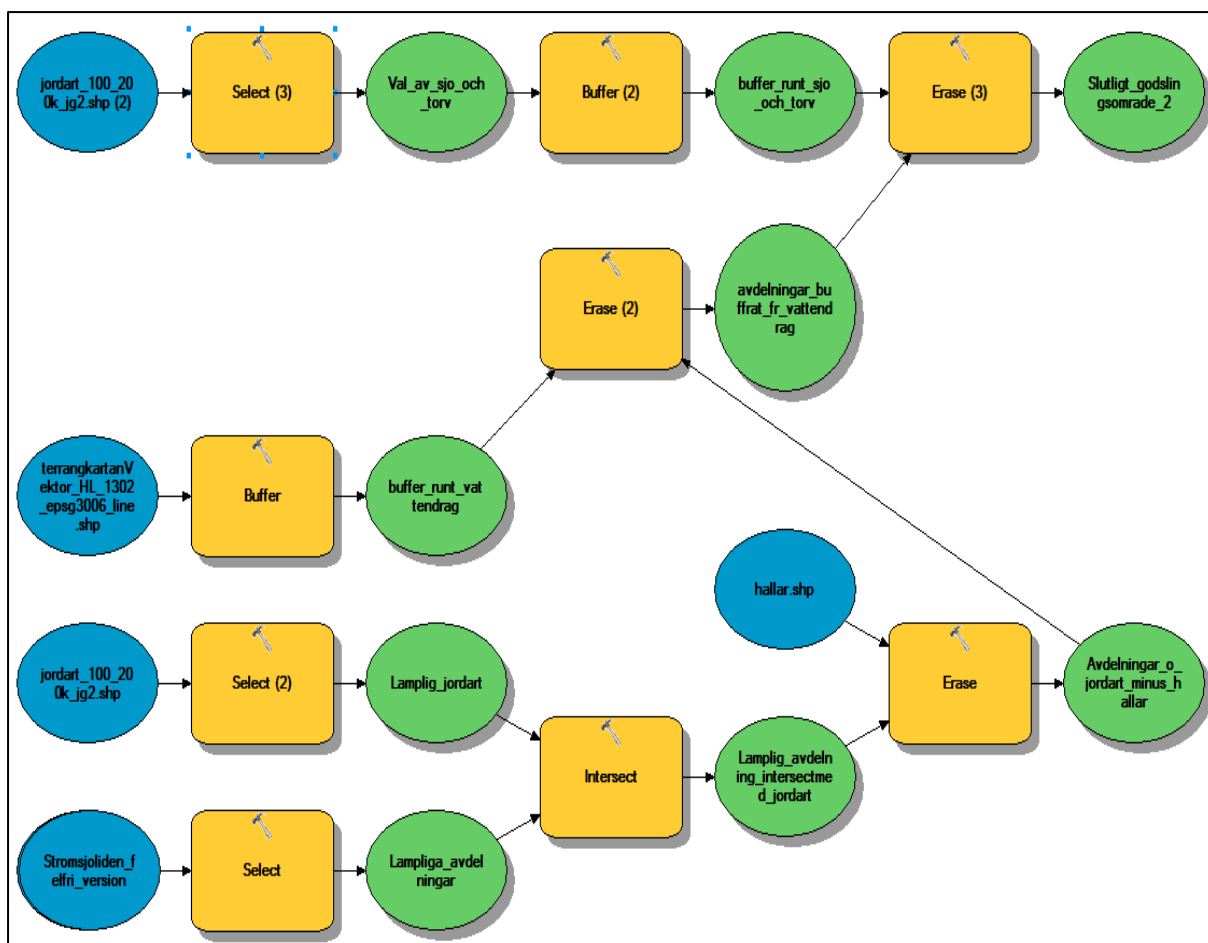
Skapa en geodatabas och ett nytt "Feature dataset" i ArcCatalog som georefereras till SWEREF99 TM, skapa sedan en ny "Feature class" som ska vara den plats där alla egenproducerade kartfiler lagras. Öppna sedan fastighetskartan i ArcMap. Slå ihop bestandsregistret med fastighetskartan genom att högerklicka på fastighetskartan och välj Joins and relates och sen Join. Slå ihop dem så att OBJECTID i kartan matchas mot StandID i

beståndsregistret. Sedan sparas kartan med beståndsregister som ett nytt kartlager i geodatabasen eftersom de då blir permanent hopslagna (högerklicka på fastighetskartan, välj "Save as layer file"). Döp lagret till något namn. Nu är kartan och beståndsregistret korrekt sammankopplade.

Nästa steg är att öppna ModelBuilder i ArcMap.

- I verktyget Select: Input feature blir "fastighetskarta\_med\_register", output feature class sätts till något valfritt namn inom geodatabasen som man skapat. I Expression väljer man vilka variabler som ska gälla. Exempelvis ska bara avdelningar med nuvarande målklass PG gödslas och SI vara mellan 26 och 16, välj då "SKSManagementClass" = PG AND ("SiteIndex" > 16 OR "SiteIndex" < 26). Gör detta för att sälla bort alla avdelningar med skogsvariabler som inte bör gödslas.
- Verktöget Select (2): Här väljs de jordarter som ska gödslas från lagret "jordart\_100\_200k\_jg2.shp". Samma tillvägagångssätt som ovan men i Expression väljs då de jordar som ska gödslas. Jag valde att inte gödsla: berg, torv, vatten samt jordar med grövre textur än sand.
- Slå sedan ihop dessa 2 lager med verktyget "Intersect". Resultatet är ett kartlager med avdelningar som har beståndsegenskaper och jordart som lämpar sig för gödsling.
- Använd verktyget "Erase" för att ta bort områden med hållar från det ovan stående lagret.
- Ladda in verktyget "Buffer" och använd "TerrängkartanVektor" som input och välj valfritt output-namn i geodatabasen. Välj att buffra en skyddszon runt alla vattendrag, i mitt fall valde jag 25 m.
- Verktöget "Erase (2)" i min modell tar bort den buffrade zonen runt vattendragen från lagret som skapades i punkten ovan.
- Verktöget "Select (3)" väljer ut områden med vatten och torv från "jordart\_100\_200k\_jg2.shp". Skapa på samma sätt som ovan en bufferzon (Buffer 2) runt valfri bredd på området runt dessa vatten och myrar och ta sedan bort detta bufferområde från det kartlager som du skapat i punkten ovan (Erase 3). Spara detta nya kartlager i geodatabasen under "feature class".

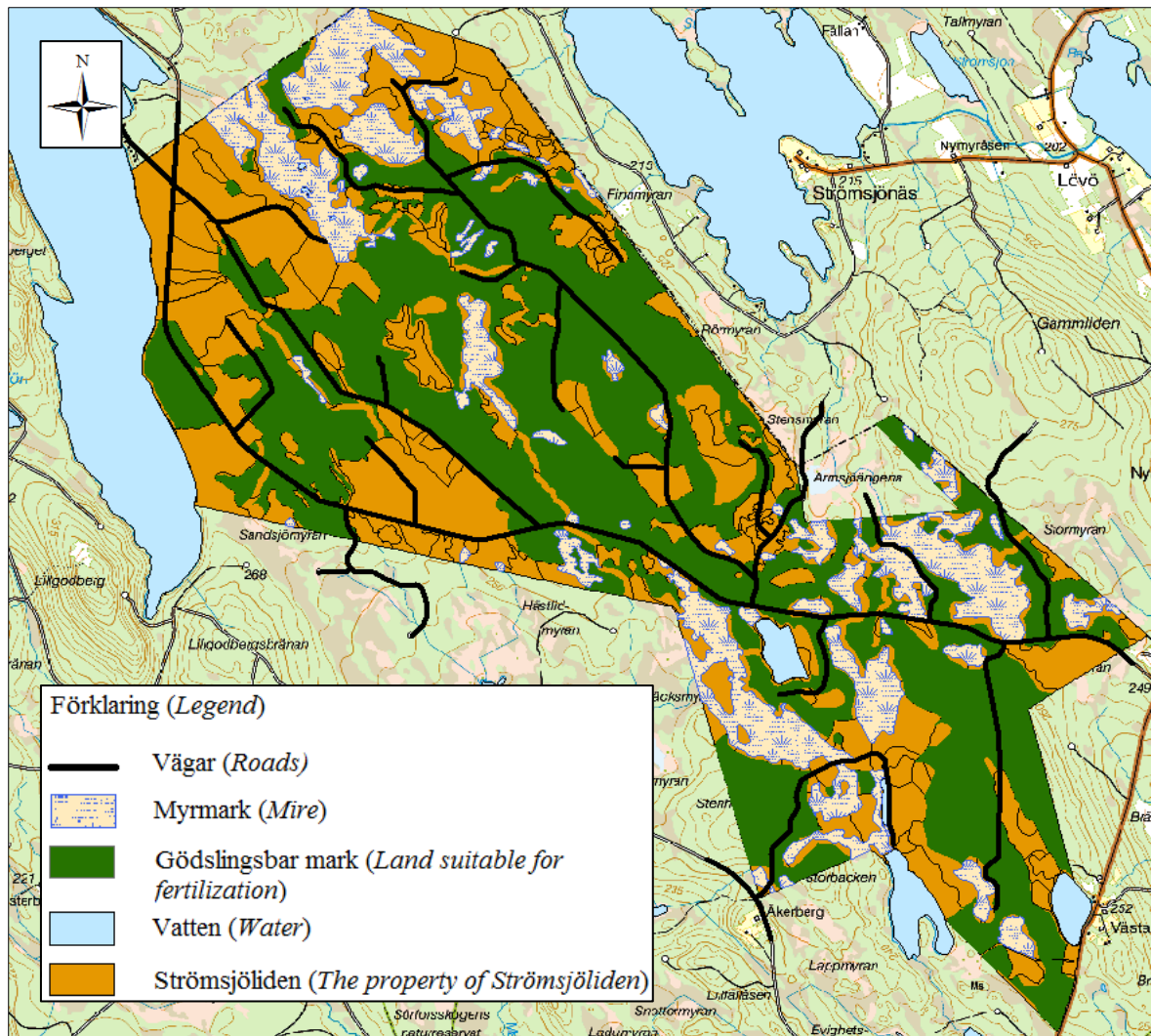
Resultatet från denna modell är alltså ett kartlager som identifierar områden lämpade för intensivgödsling baserat på beståndsvariabler, jordart, jorddjup samt vattendrag och sjöar (Figur 9). Det går givetvis att göra egna justeringar i alla verktyg som ingår i modellen samt att använda sig av andra kartor än de som finns i denna modell.



**Figur 9.** Den färdiga modellen som den ser ut i verktyget Modelbuilder.

*Figure 9. The complete model as it looks like in the tool Modelbuilder.*

Denna modell resulterade i att arealen gödslingsbar skogsmark på Strömsjöliden uppgår till 1290 ha vilket motsvarar 57 % av den produktiva skogsmarksarealen (Figur 10). Denna gödslingsbara areal är relativt jämnt spridd över hela fastigheten.



**Figur 10.** Gröna området inom Strömsjöledens tillväxtpark lämpar sig för intensivgödsling av skog.

Bakgrundskartan erhöles från © Lantmäteriet i2012/901.

Figure 10. The green area within Strömsjöleden is suitable for intensive forestry. The background map was given by the national land survey of Sweden.

## ***Bilaga 2 (Appendix 2)***

### ***Begrepp och definitioner***

#### ***Nuvärde:***

Från Wibe (2012):

Nuvärde är en funktion av tid, ränta, intäkter och kostnader. Används vanligen för att beräkna lönsamhet hos investeringar som sträcker sig över lång tid. Det säger att man ska återföra alla framtida kostnader och intäkter till ett värde *just nu*, ett nuvärde. Att omvandla en framtida betalningsström kallas för diskontering.

Eftersom pengar minskar i värde tack vare inflationen betyder det att 100 kr om tio år är värd mindre än 100 kr idag. Samtidigt vill man veta om ett visst projekt lönar sig bättre än att sätta in pengarna på ett bankkonto som garanterat ger en ränta på exempelvis 4 %. Om 10 000 kr sätts in på banken med en fast ränta på 4 % skulle man vid år 2024 kunna ta ut  $(10\,000 \cdot 1,04^{10}) = 14802$  kr från banken. Om man istället väljer att investera 10 000 kr i ett projekt som om 10 år garanterat ger 15 000 kr år 2024 är det sålunda en bättre affär än att sätta in pengarna på banken.

Ränta är i nuvärdesberäkningar helt avgörande. Räntan talar om vad man *minst* kan acceptera att ett projekt eller investering ska ge för avkastning och därmed är bankräntan det lägsta räntekrav som många investerare har när de ska avgöra om ett projekt är lönsamt eller ej. Om avkastningen från ett projekt är lägre än vad som skulle erhållas från banken under samma tidsperiod är det sålunda bättre att placera pengarna på banken. Ett nuvärde beskriver alltså vad man kan få utöver eller förlora jämfört med en bankplacering av sina pengar. Ett nuvärde på 0 betyder att investeringen har exakt samma procentuella avkastning som bankräntan och ett positivt nuvärde betyder att investeringen är bättre än en bankplacering.

Nuvärdesprincipen är den princip som används när man ska räkna på skogliga investeringar och välja mellan olika skötselplaner som genererar olika mycket pengar i framtiden. Det skötselprogram som ger högst nuvärde är sålunda det mest lönsamma alternativet.

Formeln för nuvärde ser ut som följer:

$$\text{Nuvärdet} = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{(R_t - C_t)}{(1+r)^t}$$

Där:

$\sum_{t=1}^{\infty}$  = Summasymbol för alla framtida intäkter och kostnader.

t = år eller tidpunkt räknat från nu då en ekonomisk händelse inträffar

R = Intäkt år t

C = Kostnad år t

r = räntan (vid räntekrav 3 % skriver man 0,03)



### **Grundytevägd medeldiameter (Dgv):**

För virkesproduktion är stora träd av större intresse än små eftersom ett skogsbestånds värde relaterar starkt till de större träden. Därför ges större träd en större vikt, d.v.s. viktenhet (inte fysisk) proportionell mot deras storlek. I normala fall viktar man mot trädens grundyta (area av stammens tvärsnitt i brösthöjd) (Wilhelmsson & Nyström 2012). Formeln för grundytevägd medeldiameter ser ut som följer:

$$\frac{\sum_{i=1}^n d_i^3}{\sum_{i=1}^n d_i^2} = D_{gv}$$

Där:

$d_i$  = diameter för träd nummer i.

### **Skogskubikmeter ( $m^3sk$ )**

Från Skogsstyrelsen (2014)

$m^3sk$  = volymen av hela stammen inklusive bark ovan stubbskäret.

*In English:  $m^3sk$  = volume of the tree stem including bark above the stump cut.*

### **Skogskubikmeter fast under bark ( $m^3fub$ ):**

Från Skogsstyrelsen (2014)

$m^3fub$  = stammens volym minus barken. Detsamma som  $m^3sk * 0,84$  (generellt räknat). Variationer kan förekomma inom landet och beroende på trädslag.

*In English: Stem volume minus the bark. Approximately  $m^3sk * 0,84$ . Variations can occur within the country and regarding tree species.*

### **Lägsta slutavverkningsålder (LSÅ)**

Enligt Skogsstyrelsen (2012):

Beroende på ståndortsindex och län får olika skogar som tidigast avverkas vid en given ålder enligt 3 § i skogsvårdslagen. I Västerbotten får t.ex. en G20 avverkas vid 80 år som tidigast.

### ***Referenser i bilagorna:***

Skogsstyrelsen. 2012. *Skogsvårdslagstiftningen gällande regler 1 september 2012*. Skogsstyrelsens förlag, Jönköping.

Skogsstyrelsen 2014. *Skogliga mått och enheter*. Tillgänglig:  
[http://www.skogsstyrelsen.se/Aga-och-bruka/Skogsbruk/Aga-skog/Matt-och-enheter-/](http://www.skogsstyrelsen.se/Aga-och-bruka/Skogsbruk/Aga-skog/Matt-och-enheter/) [Hämtad 2014-03-10]

Wibe, S. 2012. *Skogsekonomi – en introduktion. VT 2012*. 2012 års upplaga. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet

Wilhelmsson, E. & Nyström, K. 2012. *Introduktion till mätning av träd och bestånd*. Institutionen för skoglig resurshushållning. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet

## SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2014:7 Författare: Martin Karlsson  
Jordbrukets och järnframställningens påverkan på skogsutvecklingen vid Eskilshult, en by med medeltida anor. – En studie baserad på pollenanalys
- 2014:8 Författare: Ragna Lestander  
En utvärdering av de skogliga vattenplaneringsverktygen NPK+ och Blå målklassning med avseende på vattenkvalitet och vattenkemi
- 2014:9 Författare: Sara Svanlund  
Carbon sequestration in the pastoral area of Chepareria, western Kenya – A comparison between open-grazing, fenced pastures and maize cultivations
- 2014:10 Författare: Erik Risby  
Beräkning av areal och stående timmervolym i skyddszoner skapade från DTW-index
- 2014:11 Författare: Erik Olsson  
Jämförelse av prognostiserad och observerad beståndstillväxt 5 år efter första gallring enligt Bergvik Skogs skötselprogram
- 2014:12 Författare: Ronja Jägbrant  
Hur mycket frö sprids från *Pinus contorta*? Kottproduktion, serotinitet och frökvalitet i relation till beståndsålder i södra Norrland
- 2014:13 Författare: Maja Johansson  
De närboendes besöksvanor och attityder till naturområdet Stadsliden i centrala Umeå. En kvantitativ enkätstudie med kompletterande kvalitativa intervjuer
- 2014:14 Författare: Caroline Haglund  
Lövskogsmålen i FSC-certifierat skogsbruk – tolkning, uppföljning och skötseldirektiv
- 2014:15 Författare: Ragna Wennström  
LandPuck™-systemets ekonomiska konkurrenskraft jämfört med tallplantering i norra Sverige
- 2014:16 Författare: Anton Ahlström  
När cykelstigen kom till byn. En fallstudie i Arvidsjaurs kommun
- 2014:17 Författare: Andreas Brihem  
Fältskiktsvegetationen 30 år efter beståndsanläggning – effekter av olika nivå på skogsskötselintensitet
- 2014:18 Författare: Daniel Regemar  
Förutsättning för prediktion av NPK+, Blå målklass och vattenkemi utifrån GIS-analys?
- 2014:19 Författare: Shu Yao Wu  
The effects of soil scarification on humus decomposition rate in forests in British Columbia, Canada
- 2014:20 Författare: Wolfgang Nemec  
The growth dynamics of Douglas fir in Sweden and Finland – Application of the 3-PG stand growth model
- 2014:21 Författare: Jennifer McGuinness  
Effect of planting density and abiotic conditions on yield of *Betula pendula* and *Pinus sylvestris* seedlings in monoculture and mixture

Hela förteckningen på utgivna nummer hittar du på [www.seksko.slu.se](http://www.seksko.slu.se)